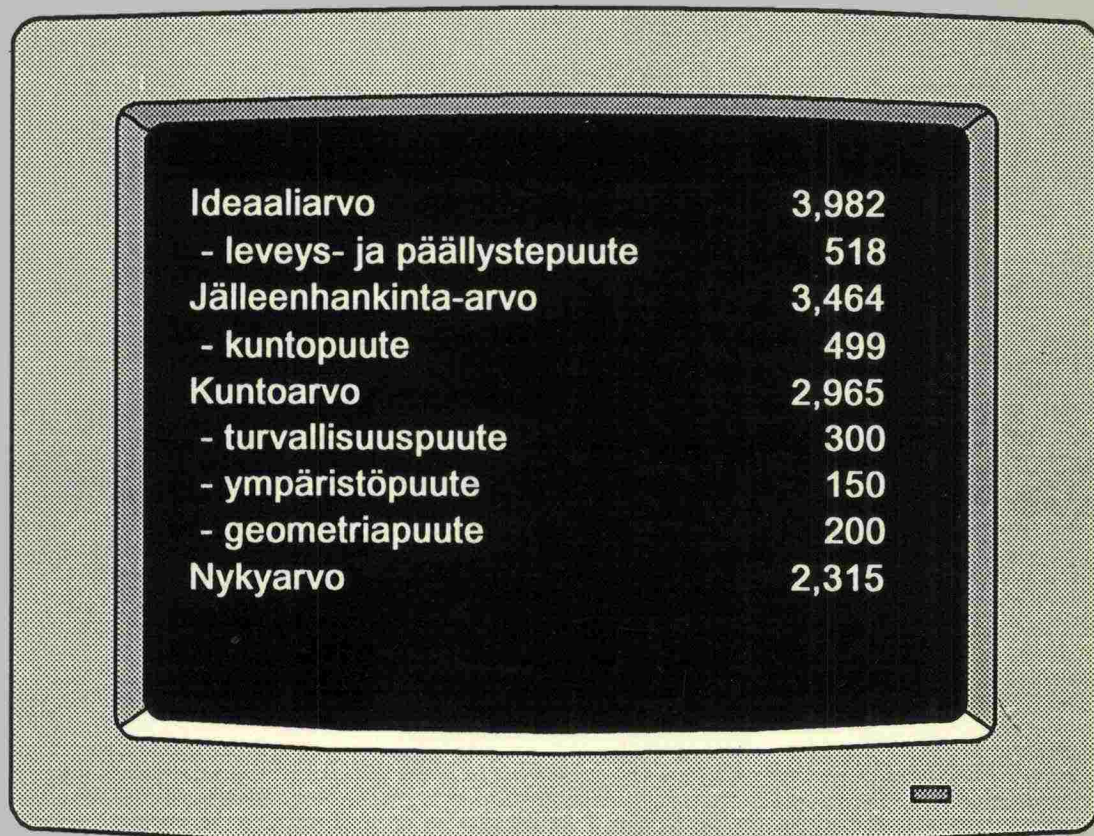




**Tielaitos**

**Vesa Hallasuo, Jouko Kankainen**

## **TAM - Tien Arvon Mittaus**



Ideaaliarvo	3,982
- leveys- ja päällystepuute	518
Jälleenhankinta-arvo	3,464
- kuntopuute	499
Kuntoarvo	2,965
- turvallisuuspuute	300
- ympäristöpuute	150
- geometriapuute	200
Nykyarvo	2,315

**Tielaitoksen  
tutkimuksia**

**5/1992**

**Helsinki 1992**

**Tiehallitus**

Tielaitoksen tutkimuksia  
5/1992

Vesa Hallasuo, Jouko Kankainen

**TAM - Tien Arvon Mittaus**

**Tielaitos**  
Tiehallitus

Helsinki 1992

ISSN 0788-3706  
ISBN 951-47-6628-8  
TIEL 3100008  
Painatuskeskus Oy  
Helsinki 1993

Julkaisua myy  
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,  
painotuotemyynti  
Telefax (90) 1487 2652

**Tielaitos**

Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puh. vaihde (90) 148 721

KANKAINEN Jouko, HALLASUO Vesa: TAM - Tien Arvon Mittaus [TAM - Mättningsmetod av vägens värde ]. Helsinki 1992, Tiehallitus. Tielaitoksen tutkimuksia 5/1992, 38 s. + liitt. 3 s., ISBN 951-47-6628-8, ISSN 0788-3706, TIEL 3100008.

Aiheluokka 01, 02, U65.01

Asiasanat Hankkeet, edullisuusvertailu, tien kunto, laatu, kustannus-hyöty -analyysit, asiantuntijajärjestelmät, TTS, strategiat, johtamismenetelmät, opinnäytteet

## TIIVISTELMÄ

TAM-menettely eli tien arvon mittausmenettely on johdon asiantuntija-järjestelmä strategiavaihtoehtojen tutkimiseen, tulostavoitteiden asettamiseen ja tulosten mittaamiseen. Menettelyn avulla lasketaan käyttäjän näkökulmasta tien arvo. Tien arvolla kuvataan tien käytöstä saatavia tuloja. Tulot alenevat, mikäli tien laatuominaisuudet eivät vastaa tien laatu-odotuksia.

Tien arvon laskennan lähtökohtana on tielle määritetty ideaaliarvo. Ideaaliarvo kuvaa uuden tien arvoa liikennemäärän ja tien hallinnollisen luokan mukaisesti suunniteltuna. Ideaalitien arvosta lasketaan muut arvot sen mukaan, kuinka suuria laatupuutteita tiessä on. Menettelyn mukaiset laatupuutteet ovat leveys- ja päällystepuute, kuntopuute sekä turvallisuus-, ympäristö- ja geometriapuutteita.

Tien arvotiedot lasketaan käyttäen lähtötietoina tierekisterissä ja päällysteiden hallintajärjestelmissä (PMS) olevia tietä, liikennettä ja tien kuntoa koskevia tietoja. Arvonmääritys tehdään standardikustannuslaskennalla menettelyyn kuuluvien määrä-, kustannus- ja määrien alenemistiedostojen avulla. Määrätiedoston tarkkuudesta riippuu kuinka hyvin erilaisten teiden arvo kuvautuu. Kustannustiedosto vaikuttaa arvotietojen tasoon ja määrien alenemistiedosto määrittää, kuinka selvästi erilaatuisten teiden arvot poikkeavat toisistaan. Määrien alenemistiedostolla kuvataan myös osittain teiden ylläpitostrategiaa.

Tien arvopuutteet lasketaan absoluuttisina tai suhteutettuina. Suhteutus tehdään tieluokittain liikennemäärän avulla. Suhteutuksessa käytettävä liikennemäärä on keskeinen teiden ylläpitostrategioiden kuvaaja.

TAM-menettelyssä tien arvo lasketaan eri ajankohdille - nykyhetkelle, suunnitteluvuodelle ja ennustevuosille. Arvopuutteiden suuruuteen vaikuttavat liikennemäärä sekä tien kunnon huononeminen kulumisen seurauksena. Tien kunnon huononeminen mallinnetaan menettelyssä samoilla periaatteilla kuin päällysteiden hallintajärjestelmissä (PMS). Tämä raportti kuvaa yksityiskohtaisesti kuinka tien arvo lasketaan.



KANKAINEN Jouko, HALLASUO Vesa: TAM - Road Value Measurement [TAM - Tien Arvon Mittaus]. Helsinki 1992, FinnRA. FinnRA research reports 5/1992, 38 p.+ app.. 3 p., ISBN 951-47-6628-8, ISSN 0788-3706, TIEL 3100008.

**Keywords** Projects, road condition, quality, expert systems, strategies, management, management by objectives, goals

## ABSTRACT

TAM - road value measurement method has been developed for strategic management, planning of upkeep activities and follow-up of the results of the road production. When compared to the rehabilitation investments road value is equivalent to profitability of an enterprise.

The method described is part of the management system that manages the upkeep of the road-network. It is an expert system that describes the effects of the efforts done on the roads from road user's viewpoint. The road value has steering property that makes it possible to align upkeep investments according to the chosen strategy.

The road value is based on the quality that a road user experiences regarding the condition, trafficability, safety and environmental properties.

The calculations of the values are based on the use of files. For the road four kinds of values can be represented:

- ideal value of the road
- repurchasing value of the road
- condition value
- present value

On the basis of the value information and other evaluations the needs for improvements considering different quality properties are evaluated and described as follows:

- width
- condition
- geometry
- safety in the crossings
- environment

The method has several parameters for strategic management. The road sections in extremely poor condition as well as narrow ones are easily revealed with the system

## ALKUSANAT

Tielaitos on kehittänyt määrätietoisesti tulosjohtamista ja johtamisessa tarvittavia järjestelmiä. Itsenäisten tulosityksiköiden muodostaminen ja tulosvastuun korostaminen kaikessa toiminnassa on erityisesti lisännyt tarvetta aikaansaada toiminnan tuloksia mittaavia tunnuslukuja.

TAM eli tien arvon mittaus on piirin ja alueyksiköiden tavoitteiden asettamista ja tulosten mittausta varten kehitetty tunnusluvusto. Tien arvotietoja voidaan käyttää lisäksi tienpidon strategiavaihtoehtojen vaikutusten tutkimiseen.

Tien arvon mittausmenettelyn kehittämistyö käynnistyi Oulun tiepiirin aloitteesta 1990. Tiehallituksen esikunta päätti syksyllä 1991 jatkaa ja laajentaa menettelyn kehittämistä tilaamalla jatkotutkimuksen. Jatkotutkimuksen tuloksena on julkaistu kolme erillistä raporttia:

- TAM - tien arvon mittauksen menetelmäkuvaus,
- TAM-menettelyn käyttö strategisessa johtamisessa ja
- Tien arvon mittausmenettelyn (TAM) käyttö.

Tämä raportti "TAM - tien arvon mittaus, menetelmäkuvaus" on tarkoitettu ensisijaisesti niille, joiden tehtävänä on avustaa piirin johtoa laskemalla tien arvon tunnuslukuja.

Tutkimuksen tekijänä on ollut Vesa Hallasuo ja tutkimuksen johtamisesta ja teoreettisista ratkaisuksista vastaa Jouko Kankainen. Työtä ovat valvoneet tiejohtaja Pentti Ikonen Oulun tiepiiristä sekä apulaisjohtaja Antti Piirainen, johtaja Matti-Pekka Rasilainen ja apulaisjohtaja Raimo Tapio tiehallituksesta.

Espoossa joulukuussa 1992

Jouko Kankainen

Vesa Hallasuo

---

 Sisältö
 

---

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKUSANAT	5
1 JOHDANTO	8
2 TIEN ARVON MITTAUSMENETTELY	10
2.1 Arvon mittausmenettelyn perusteet	10
2.2 Tien arvon mittauksen perusteet	11
3 ARVOJEN JA PUUTTEIDEN LASKEMINEN	12
3.1 Laskennan yleisperiaate	12
3.2 Arvon ja puutteiden laskeminen	15
3.2.2 Tiedostot	15
Määrätiedosto	15
Kustannustiedosto	17
Määrien alentumistiedostot	17
3.2.3 Arvojen laskeminen	20
Ideaaliarvo	20
Jälleenhankinta-arvo	20
Kuntoarvo	21
3.2.4 Puutteiden laskeminen	23
Absoluuttiset puutteet	23
Suhteutetut puutteet	27
3.3 Arvojen ja puutteiden ajallinen muuttuminen	28
4 ARVOJEN HERKKYYS	30
4.1 Yksittäisten muuttujien herkkyys	30
KVL-ohjausmuuttujan vaikutus	30
Kuntomuuttujien keskinäisen painotuksen vaikutus	30
Yksikköhintojen painotuksen vaikutus	31
Kuntomuuttujien arvostuksen vaikutus	31
Onnettomuuskustannuksen suuruuden vaikutus liittymäaineistolla	32
Sujuvuustermin suuruuden vaikutus liittymäaineistolla	32
4.2 Lähtötiedot	33
4.2.1 Siirto TAM - menettelyyn	33
4.2.2 Puutteellisuuksien vaikutus tuloksiin	34

---

5 YHTEENVETO

35

LIITE: Tien peruskorjausaste



## 1 JOHDANTO

Organisaation toiminnan ohjaamiseksi tarvitaan tunnuslukuja, jotka kuvaavat toiminnalle vaihtoehtoisten strategioiden vaikutuksia sekä organisaation toiminnan tuloksellisuutta. Tunnuslukujen on kuvattava toimintaa riittävällä tarkkuudella, mutta ennenkaikkea siten, että toiminnassa tapahtuvat muutokset tulevat esille.

Organisaation toiminnan kokonaistulos kuvataan kannattavuutena. Kannattavuus ilmenee toiminnan luonteesta riippuen voittona, pääoman tuottona, taloudellisuutena tai käytössä olevien panosten sallimana laatuna. Markkinataloudessa tulos syntyy tuotteiden ja palvelujen kysynnästä, markkinoiden mahdollistamasta myyntihinnasta sekä tuotteen tai palvelun aikaansaamiseen tarvittavista tuotannon kustannuksista. Kokonaistulokseen vaikutetaan ohjaamalla kysyntää, myyntihintaa tai kustannuksia. Kyseessä on tällöin organisaation sisäisen tai ulkoisen tehokkuuden ohjaus.

Organisaation ulkoinen tehokkuus kuvaa asiakkaan mahdollisuutta saada haluamiaan tuotteita tai palveluja haluamaansa hintaan. Sisäinen tehokkuus liittyy itse tuotteen tai palvelun tuottamisen taloudellisuuteen.

Strategisessa suunnittelussa etsitään tuotteiden ja palveluiden joukko, jota asiakkaat haluavat sekä toimintatavat, jotka mahdollistavat tuotteiden tai palveluiden taloudellisen tuottamisen. Toiminnallisten tavoitteiden asettaminen määrittelee tuloksille kireystason valittujen strategioiden puitteissa.

Tarkasteltaessa ulkoista tehokkuutta tienpidon strateginen suunnittelu määrittelee tieverkon laajuuden, tiestön ja tiejaksojen laadun sekä tiepalvelut. Strategian valintaa varten on tiestö, tiejaksot ja palvelut kuvattava tienkäyttäjän näkökulmasta, jotta voidaan arvioida, saadaanko strategiavaihtoehdon avulla asiakkaan haluamat tuotteet ja palvelut taloudellisesti. Vaihtoehtojen välisiä eroja kuvaavia tunnuslukuja siis tarvitaan, mutta lisäksi tunnuslukujen on osoitettava toimintavaihtoehtojen hintalaatusuhde.

Organisaation toiminnallinen tulos on ilmaistava kannattavuutta kuvaavina tunnuslukuina. Tienpidon asiakas ei suoranaisesti maksa tien käytöstä, joten tienpitäjä ei saa asiakkaalta markkinahintaisia tuloja. Tulot on siis kuvattava laskennallisesti tienkäyttäjän asiakkaana saaman palvelun arvon mukaan. Arvo kuvataan tunnusluvulla.

Liiketoiminnan tuloksellisuuden mittausta koskeva kirjallisuus (vrt. esim Eccles 1991) on viime vuosina korostanut muitakin kuin puhtaasti liikeloudellisia tunnuslukuja, sillä liikeloudelliset tunnusluvut eivät aina riitä kuvaamaan strategioita ja niiden toteutumista. Strategisen suunnittelun yhteydessä joudutaan kysymään:

*"mitkä ovat tärkeimmät toimintaamme kuvaavat tunnusluvut, kun otamme huomioon strategiamme?"*



Tienpidon johtamiseen liittyvää strategista suunnittelua sekä toimintatavoitteiden asettamista ja tuloksen valvontaa varten on tielaitoksessa kehitetty TAM-tunnusluvusto eli TIEN ARVON MITTAUS -menettely. Tien arvo on *tunnusluku, jolla tie kuvataan käyttäjän näkökulmasta siten, että rakenteelliselta kunnoltaan ja liikennemäärältään sekä hallinnolliselta luokaltaan erilaiset tiet ovat keskenään vertailukelpoisia.*

Tien arvo lasketaan nykyhetkessä ja tulevaisuuteen ennustaen strategia- vaihtoehtojen valintaa ja tulossuunnittelua varten, jotta voidaan ottaa huomioon

- tien arvon muutos, kun kunto heikkenee kulumisen seurauksena tai paranee tielle kohdistuvien toimenpiteiden seurauksena ja
- liikennemäärän muutoksen vaikutus tiepalvelun kysyntään eli tiestä saatavaan tuottoon.

TAM-menettelyyn on yhdistetty laskennallinen kunnan heikkeneminen ja liikennemäärien muutos. Laskentakaavat ovat samoja kuin tienpidon ohjauksen asiantuntijajärjestelmässä (TOA) ja päällysteiden hallintajärjestelmässä (PMS) käytössä olevat.

Tulosten ymmärtämisen helpottamiseksi laskelmat on esitettävä konkreettisenä. TAM-menettelyn yhteydessä käytetään MAP-karttakäyttöliittymää, joka esittää saadut tulokset karttapohjalla.

TAM-menettelyä kehitettäessä keskeisimpänä ratkaisuun vaikuttaneena periaatteena on ollut ohjausominaisuuden aikaansaaminen tunnusluvulle. Sekä strategisen suunnittelun vaihtoehtojen että strategian mukaisten tulosten kuvaamiseksi on tunnusluvun ensisijaisesti osoitettava tiestöön tehtyjen toimenpiteiden vaikutukset eli kuvattava tien laadun muutokset tienkäyttäjän kannalta.

## 2 TIEN ARVON MITTAUSMENETTELY

### 2.1 Arvon mittaussmenettelyn perusteet

Tien arvon mittaussmenettely eli TAM-menettely on tarkoitettu johtamisen apuvälineeksi ja sen tuloksena on tietä kuvaavia tunnuslukuja. Tien arvo kuvaa tien käyttäjän näkökulmasta siten, että rakenteelliselta kunnoltaan ja liikennemäärältään erilaiset tiet ovat keskenään vertailukelpoisia.

Tien arvon perusteina ovat laatujärjestelmien mukainen laatuajattelu ja arvoteoria. Tien arvon laskenta perustuu standardikustannuslaskentaan, jossa käytetään hyväksi tiedostoja.

Laatujärjestelmät määrittelevät laadun tuotteen kyvyksi täyttää asiakkaan tarpeet ja odotukset. Tienpidossa asiakkaana on tienkäyttäjä, jonka tarpeet kohdistuvat mm. ajonopeuteen, turvallisuuteen, ajomukavuuteen, tieverkon yhdistävyyyteen, välityskykyyn ja liikenneturvallisuuteen. Tarpeet ovat osaksi päällekkäisiä, ristiriitaisia ja eri käyttäjillä erilaisia.

Laatuajattelu perustuu oletukseen, että on keskenään kilpailevia vaihtoehtoisia tuotteita, joista asiakas valitsee ja sitten ostaa tuotteen tai maksaa sen käytöstä. Asiakas valitsee vaihtoehtoisista kilpailevista tuotteista sen, jonka laatu ja hinta-laatusuhde vastaavat parhaiten hänen odotuksiaan.

Tienpidossa käyttäjän laatuodotukset ovat vaikeasti määritettäviä. Niille on tyypillistä, että

- odotukset ovat korkeat, koska käyttäjä ei maksa suoraan käytöstä eikä voi valita eri käyttöratkaisujen välillä (ei käyttömaksua, ei ostopäätöstä)
- odotukset laadun suhteen vaihtelevat eri käyttötilanteissa ja eri ajankohtina
- samaan tiehen kohdistuvat odotukset ovat eri käyttäjäryhmillä erilaiset, eri laatuominaisuuksiin kohdistuvat ja osittain ristiriitaiset
- asiakkaat mieltävät ja hyväksyvät tiestön eri teille erilaisen laadun sen mukaan, miltä tie näyttää, paljonko liikennettä tiellä on ja kuinka pitkä ajettava matka on
- asiakas kykenee sietämään huonoa laatua, koska hänellä ei ole valintamahdollisuuksia.

Tienkäyttäjä ei suoranaisesti maksa saamastaan palvelusta, eikä hänellä ole yleensä vaihtoehtoja, joten tiellä ei ole laatuajattelun mukaista markkinahintaa. Markkinahinnan tilalla on käytettävä laskennallista hintaa eli arvoa. Arvon on kuvattava käyttäjän laatuodotuksia, jotka voidaan mitata arvoasteikkoina, pistearvoina tai rahayksikköinä. Laadun ja siten myös arvon määrittäminen voidaan tehdä seuraavien periaatteiden mukaan:

1. **Normatiivinen laatu**, jonka mukaan voidaan ajatella, että on olemassa yhteispätevä laatu tai arvo. Laatu määritellään kriteeriluetteloiden tai

mitattavien normien avulla olettaen, että on ominaisuuksia tai olosuhteita, joita kaikki ihmiset pitävät hyvinä tai joita normaalisti arvostetaan.

2. **Objektiivinen arvoteoria** eli arvorealismi. Arvon ajatellaan olevan arvioijasta riippumattoman. Kohteen objektiivinen arvo voidaan määrittää sen jälkeen, kun objektiiviset ja yleispätevät arvosteluperusteet on muodostettu.
3. **Kulttuurirelativistinen käsite**. Laatu nähdään ajasta, paikasta ja kulttuurista riippuvana käsitteenä. Tällainen ihmisen elämäntavoista, elintyylistä ja elinvaiheista riippuva laadun käsitys on suhteellinen, dynaaminen tai arvattava tarkastelukulmasta riippuen.
4. **Subjektivistinen arvoteoria** eli arvorelativismi näkee arvon riippuvan arvioijasta ja käyttötarkoituksesta.

Tienkäyttäjä perustaa laatuajattelunsa subjektiiviseen arvoteoriaan. Tienpidon kannalta tällöin on tärkeää määrittää arvot siten, että tien arvo vastaa tienpidon strategiaa.

## 2.2 Tien arvon mittauksen perusteet

Tien arvon mittauksen tarkoituksena on kuvata laatuominaisuuksiltaan erilaiset tiet eriarvoisina. Mittaus tulee tehdä yhtenäisin perustein ja siten, että laatuerot ovat havaittavissa.

Tien laatuominaisuudet ovat tien rakennusosissa ja laatupuutteet aiheutuvat rakennusosien laadusta tai määrästä. Kun tie ei täytä käyttäjän odotuksia eli tienpidon strategian mukaista tasoa, on tiellä erilaisia puutteita, jotka pitää tunnistaa tien arvosta. Tiessä olevia laatupuutteita ovat

- kuntosuute,
- liikennöitävyyspuute,
- leveys- ja päällystepuute,
- geometriapuute (näkemäpuute),
- turvallisuuspuute,
- liittymistä aiheutuva turvallisuuspuute,
- kevyen liikenteen erottamistarpeesta aiheutuva turvallisuuspuute ja
- ympäristö- ja muut erillisuuteet.

Edellä olevan perusteella tien arvon mittaus on tehtävissä seuraavasti:

- kuvataan liikenteen tarpeen mukainen tie olosuhteiden edellyttämän standardituotesuunnitelman eli viitesuunnitelman mukaisilla rakennusosien määrällä ja
- hinnoittelemalla rakennusosa yhtenäisin perustein sekä
- määrittelemällä tien laadussa olevat puutteet rakennusosien määrän vajauksena.

### 3 ARVOJEN JA PUUTTEIDEN LASKEMINEN

#### 3.1 Laskennan yleisperiaate

Tien arvo on tunnusluku, jolla kuvataan tieverkon tiejaksojen laatutaso tienkäyttäjän näkökulmasta. Laatutaso voidaan laskea markkinahintaan tai muun valitun hintatason mukaisena sen mukaan kuin laskennassa käytettävät hintatiedot on asetettu. Tienpidon ohjausta varten laadussa olevat puutteet hinnoitellaan.

Tielle laskettavat arvot ovat

- ideaalitien arvo
- jälleenhankinta-arvo
- kuntoarvo ja
- tien nykyarvo.

Arvot ovat yhteydessä toisiinsa siten, että vähentämällä ideaaliarvosta leveys- ja päällystelajipuute saadaan jälleenhankinta-arvo. Edelleen vähentämällä tästä kuntopuutteet saadaan kuntoarvo. Nykyarvo saadaan kuntoarvon ja turvallisuus-, ympäristö- sekä geometriapuutteiden erotuksena (kuva 1).

Ideaaliarvo	4 382
- leveyspuute	918
- päällystepuute	0
Jälleenhankinta-arvo	3 464
- kuntopuute	499
Kuntoarvo	2 965
- turvallisuuspuute	300
- ympäristöpuute	150
- geometriapuute	700
Nykyarvo	1 815

Kuva 1. Esimerkki arvojen ja puutteiden välisestä yhteydestä.

Suunnittelun ja valvonnan tarpeita varten tien arvot lasketaan eri ajankohdissa toteutuma- tai ennustetietojen avulla.

Ideaalitien arvo kuvaa tien laatutason

- nykyistä liikennemäärää ja toiminnallista luokkaa vastaavan poikki-leikkauksen mukaisena,



- hyvää suunnitteluratkaisua noudattavana ja nykyisen tien pituisena sekä
- kunnoltaan uuden tien veroisena.

Ideaalitie on rakennusosien määrän suhteen sellainen kuin nykyinen liikennemäärä edellyttää sen uutena olevan. Arvonmäärityksen perusteena voidaan käyttää voimassa olevia suunnitteluohjeita tai tavoitteellisia mitoitustietoja, joita on esitetty esimerkiksi tie-2010 -ohjelmassa.

Tie on suunniteltu ja tehty usein nykyisestä liikennemäärästä poikkeavalle liikennemäärälle ja tien poikkileikkauksen mitoitusterusteissa on aikojen kuluessa tapahtunut muutoksia. Tämän vuoksi tielle lasketaan sen nykyistä poikkileikkausta vastaava ns. jälleenhankinta-arvo. Jälleenhankinta-arvo on laatutasoltaan

- nykyistä poikkileikkausta vastaava,
- hyvän suunnitteluratkaisun mukainen ja
- kunnoltaan uuden tien veroinen.

Jälleenhankinta-arvo lasketaan käyttäen nykyistä päällystetyyppiä tai ohjeiden mukaisella päällysteellä.

Ideaaliarvon ja jälleenhankinta-arvon erotus kuvaa tiessä olevaa leveyspuutetta. Erotus voi lisäksi kuvata päällystetyypin vaihtamistarvetta tai päällysteen puuttumista. Jälleenhankinta-arvo voi olla ideaaliarvoa suurempi, mikäli rakennetun tien leveys on nykyiseen liikennemäärään nähden tavoiteleveyttä suurempi. Laskentasäännöissä ideaaliarvo määritetään tällöin jälleenhankinta-arvon suuruiseksi.

Tien kuntoarvossa otetaan huomioon tien kunnossa olevat puutteet, kuten päällysteen kuluminen, tiessä olevat painumat sekä kantavuuspuutteet. Kuntoarvoa vastaava tie on laatutasoltaan

- nykyistä poikkileikkausta vastaava,
- hyvän suunnitteluratkaisun mukainen ja
- kunnoltaan nykyisen tien veroinen.

Jälleenhankinta-arvon ja tien kuntoarvon erotus kuvaa tien kunnossa olevia puutteita.

Tienpidon suunnittelua varten tarvitaan tietoa myös muiden laatutekijöiden puuttumisesta aiheutuvaa arvon alentamista. Tien geometriasta aiheutuva puute kuvautuu näkemäpuutteina. Näkemäpuute arvostellaan perusparantamisasteen avulla eli sen mukaan, kuinka paljon rakennusosia joudutaan tekemään uudelleen halutun näkemätason aikaansaamiseksi. Näkemäpuute voidaan myös arvostaa sen mukaan, paljonko katsotaan tarkoituksenmukaiseksi panostaa näkemäolosuhteiden parantamiseksi. Näkemäpuutteen parantaminen ei ole aina välttämätöntä, koska huonot näkemät voidaan osittain kompensoida liikenteenohjaustoimenpitein (nopeusrajoitukset, ohituskiellot) tai muilla toimenpiteillä, kuten ohituskaistoilla. Ratkaisu on tällöin tyypillinen strateginen päätös.



Turvallisuuspuutteet syntyvät useista eri tekijöistä, kuten liittymistä, tien geometriasta, suuresta kevyen liikenteen määrästä ja tiellä liikkuvista ihmisistä. Turvallisuuspuute vähenee, kun poistetaan leveys-, kunto tai näkemäpuutteita. Erillisiä turvallisuuspuutteita liittyy liittymiin ja kevyen liikenteen järjestelyihin. Toisaalta hyväkuntoinen tie lisää liikenteen nopeutta ja saattaa siten vaikuttaa turvallisuutta alentavasti.

Turvallisuuspuute voidaan hinnoitella tarvittavina rakennusosina. Turvallisuuteen liittyy usein kuitenkin tienpitäjän kustannuksia suurempia kustannuksia yhteiskunnalle ja tien käyttäjälle, jolloin on perusteltua hinnoitella turvallisuus henkilövahinkoriskien avulla halutun tiepoliittisen ohjauksen aikaansaamiseksi.

Ympäristö- ja muut erillispuutteet ovat ainakin toistaiseksi koettu niin vähäisiksi tienpidon ohjelmissa, että niiden aiheuttamat tien arvon alennukset voidaan tehdä erillistarkasteluina ja arvostaa tiepiiriin johdon arviointina. Arviointi tehdään sen perusteella, kuinka tärkeäksi piiriin johto katsoo puutteiden korjaamisen. Tyypillisiä erillispuutteita ovat mm. taajamien liikennejärjestelyt, melusteiden rakentaminen ja pohjaveden suojelutoimenpiteet. Kevyen liikenteen väylien rakentaminen liittyy usein taajamien liikennejärjestelyihin.

Tien arvo ja tien puutteet lasketaan tieosaa tai tarkastelujaksoa kohden. Tiepoliittisen ohjauksen aikaansaamiseksi ja strategioiden ilmentämiseksi arvo painotetaan liikennemäärien avulla.

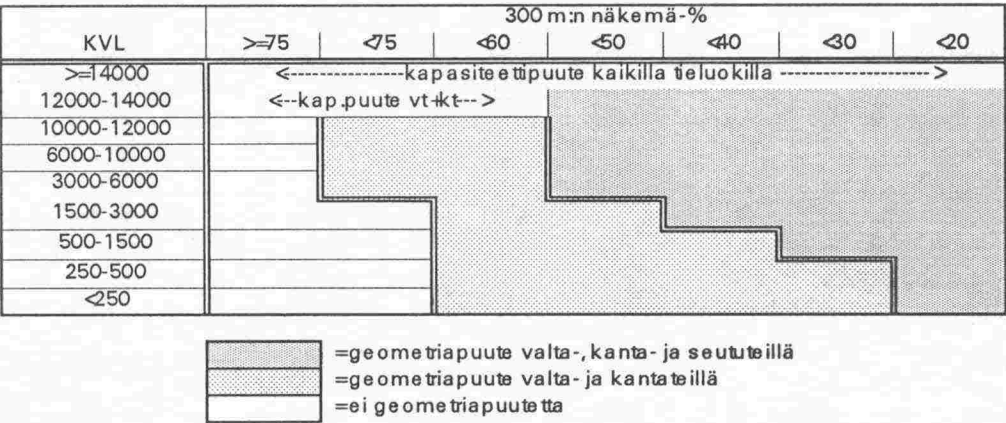
Tiedot liikenteestä ja tiestä sekä tien peruskunnosta saadaan tierekisteristä tai tierekisteritietoja käyttävistä järjestelmistä kuten PMS. Tien mitoitustiedot perustuvat ideaalitien osalta tie-2010 ohjelman mukaisiin leveys- ja näkemätavoitteisiin (*taulukot 1 ja 2*). Määrätiedosto on laadittu sellaisen suunnitelma-aineiston avulla, joka vastaa näkemätavoitteita. Nykyisen tien mitoitustiedot on talletettu tierekisteriin tai PMS-järjestelmiin.

Tien arvon laskemiseksi tarvitaan tietoa tiestä ja liikenteestä sekä arvojen määrittämisperusteista. Tiestä on tunnettava mitoitus ja nykyinen kunto sekä kunnan muuttuminen. Tien arvon määrittämisen perustana ovat tien rakennusosien määriä ja määrien valmistuskustannuksia kuvaavat tiedostot sekä määrien alenemistiedostot. Rakennusosien määrätiedosto määrittää tien arvon tarkkuuden kuvata tiestöön kohdistuvien toimenpiteiden vaikutuksia. Kustannustiedosto vaikuttaa siihen, millä tasolla arvot ovat. Jotta tien arvo vastaisi nykyisiä rakennuskustannuksia ja olisi kuvauskyvyltään riittävä, tiedostot on laadittu laskennallisempiiraisesti eli tiedostot on testattu toteutumatietojen avulla. Määrien alentumistiedostojen avulla kuvataan kuntopuutteiden oletettu rakennusosien määriä alentava vaikutus. Tiedostot on laadittu arvoanalyysiin perustuvan synteessin avulla ja viritetty haluttujen ohjausominaisuuksien aikaansaamiseksi. Tiedostot sisältyvät TAM-menettelyn tietokonesovellukseen.

Taulukko 1. Tie 2010 ohjelman mukaiset tavoitteelliset tieleveyydet.

Tieluokka	KVL-luokka								HUOM.
	-400	-1000	-1500	-3000	-6000	-10000	-12000	> 12000	
Valtatiet		8,0	8,0	8,0	10,5	10,5	12,5	mo	yli 10000 => erikseen harkittava
Kantatiet		8,0	8,0	8,0	10,5	10,5	12,5	mo	yli 10000 => erikseen harkittava
Maantiet	5,4	5,4	6,4	6,4	7,4	8,4			
Paikallistiet	5,0	5,4	5,4	6,4	7,4	8,4			

Taulukko 2. Tie 2010 ohjelman mukaiset tavoitteelliset näkemät.



Hallinnollisiin tieluokkiin on TAM-menettelyssä lisätty taajamateiden tieluokka. Taajamatiet ovat teitä, joilla on paljon taajaman sisäistä liikennettä sekä kevyttä liikennettä. Taajamatiellä liikennemäärä ylittää huomattavasti tieluokan tyypillisen liikennemäärän ja usein kaava määrää tien mitoituksen ja paikan. Lisäksi liikenteen nopeutta säädellään usein voimakkaasti.

Tien arvon kehitystä ennakoidaan vanhentamalla tietä samoilla kunto-  
muuttujien vanhentumismalleilla, joita käytetään päällysteiden hallinta-  
järjestelmissä (PMS).

3.2 Arvon ja puutteiden laskeminen

3.2.2 Tiedostot

Määrätiedosto

Rakennusosien määrätiedot perustuvat tiedostoon (kuva 2), joka on testattu nimikkeittäin (kuva 3) ja kuvaa vain nimikkeiden määriä. Tiedostosta puuttuvien rakennusosien määrien vaikutus otetaan huomioon hinta-  
tiedoston avulla.

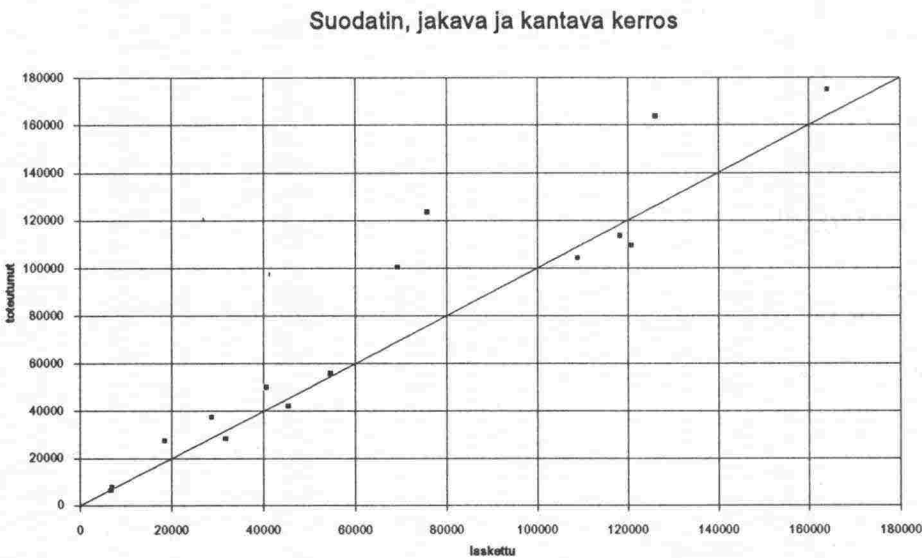
Tiedosto sisältää määriä nimikkeittäin eri tieleveyksillä ja kolmella, osittain maastotyyppistä ja osittain massatalouden ratkaisuista riippuvaisella, pengerrysratkaisulla. Määrätiedosto on laadittu tien linjaosuuksille ja tiehen välittömästi liittyville rakenteille. Tiehen välittömästi liittyviä, linjaosuuksia



täydentäviä rakenteita ovat linja-autopysäkit, liittymäalueet, levähdysalueet, ohituskaistat sekä sillat.

Rakennusosa	Yksikkö	Päällysteen leveys [m]					
		7	7,5	8	8,5	9	9,5
puusto ja kasv.	m2	17500	18200	18900	19600	20300	21000
maarakenteet	m2	14800	15800	16800	17800	18800	19800
maaleikkaus	m3	5070	5250	5430	5610	5790	5970
avo-ojat	m	1750	1830	1910	1990	2070	2150
kallioleikkaus	m3	95	100	105	110	115	120
penkereet	m3	5635	5830	6025	6220	6415	6610
suodatinkerros	m2	3815	4059	4303	4546	4790	5034
eristyskerros	m2	0	0	0	0	0	0
jakava kerros	m2	3450	3659	3868	4076	4285	4494
kantava kerros	m2	1748	1848	1949	2049	2150	2250
kulutuskerros	m2	7000	7500	8000	8500	8750	9000
nurmiverhous	m2	12500	12500	12500	12500	12500	12500
istutukset	kpl	0	0	0	0	0	0
perustukset	m2	0	0	0	0	0	0
kuivatusrakenteet	m	0	0	0	0	0	0
rummut	m	43	45	48	50	53	55
kaiteet	m	5	5	5	5	5	5
liikennemerkkit	kpl	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
ajoratam.	m	800	800	800	800	800	800
kestomerkinnät	kpl	0	0	0	0	0	0
ulkovarusteet	kpl	0	0	0	0	0	0
reunakivi	m	0	0	0	0	0	0

Kuva 2. Esimerkki linjaosuuksien määrätiedostosta.



Kuva 3. Määrätiedoston kerrosrakenteiden testi.

Massatalouden suhteen määrätiedosto erittelee ratkaisut matalaan, suureen ja yhden suuren leikkauksen 1,5 km välein sisältävään. Matala ja korkea ratkaisu on kuvailtu tutkimuksessa Maa- ja vesirakennushankkeen ajoitusmallit:

- Matala pengerrys on tyypillinen maaston muodoiltaan tasaisilla alueilla, kaikissa tieluokissa sekä suunnitteluratkaisultaan tavanomainen. Leikkaukset ovat pieniä; keskimääräinen leikkaussyvyys ja pengerryskorkeus on 0..1 m ( $0..1,4 \text{ m}^3/\text{päälysrakenne-m}^2$ ). Epätasaisemmassa maastossa matalan penkereen määriä voidaan käyttää vain vähämerkityksillä teillä (vrt. TVL:n suunnitteluohje).
- Korkea pengerrysratkaisu on suunnitteluratkaisultaan tavanomainen. Leikkaukset ovat keskikokoisia, keskimääräinen leikkaussyvyys ja pengerkorkeus on 1..1,5 m ( $1,4..2 \text{ m}^3/\text{päälysrakenne-m}^2$ ). Ratkaisu on tyypillinen epätasaisessa maastossa valta- ja kantateillä.

Yhden suuren leikkauksen sisältämää ratkaisua käytetään, kun maaston muodon takia tehdään isoja maa- tai kallioleikkauksia. Isoja leikkauksia tehdään myös massatasapainon vuoksi, vaikka pinnanmuodot ja tien taseaus eivät sitä välttämättä vaadi. Määrätiedostossa määrät perustuvat olettamukseen, että leikkauksia on yksi aina 1.5 km pituista matalan pengerryksen jaksoa kohden.

### Kustannustiedosto

Kustannustiedosto (kuva 4) on tehty käyttäen samaa erittelyä kuin määrätiedostossa. Tiedoston kustannukset on testattu tasoon, joka antaa koko hankkeelle vuoden 1991 toteutuneita kustannuksia vastaavan tason.

Kun tiedosto on viritetty koko hankkeen kustannuksia vastaavaksi, saadaan määrä- ja kustannustiedostojen avulla kaikkia tien rakennuskustannuksia vastaava tien arvo vuoden 1991 kustannustasossa tai ylläpidettynä ylläpito-vuoden tasossa. Nimikekohtaiset kustannukset sisältävät käyttö- ja yhteis-kustannuksien lisäksi puuttuvien nimikkeiden kustannukset.

### Määrien alentumistiedostot

Tien rakennusosien kunto kuvataan kuntomuuttujilla. Kunnan muuttuessa tien rakennusosien määrä vähenee tai lisääntyy. Vaikutus määritetään tiedoston avulla. Nykyarvoa vastaavien määrien alennuksessa käytettyjä muuttujia ovat vaurioitumisnopeus, vauriosumma, kelirikkorajoituksen suuruus, kevätkantavuus, pituustasaisuus (IRI) sekä urasyvyys.

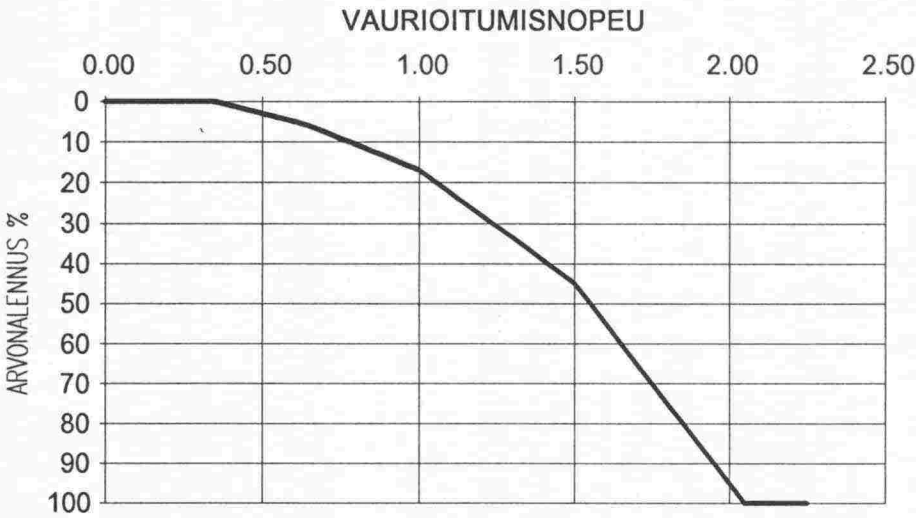
Määrien alentumistiedostot on laadittu erikseen jokaiselle kuntomuuttujalle. Tiedostojen alkuarvot esitetään kuvissa 5 ja 6 sekä kaavoissa 1-4. Tiedostoissa kuvataan suhteelliset määrien alennukset mitatun kuntotiedon perusteella.

Määrien alentumistiedostot voivat olla erilaisia eri tieluokilla ja liikennemäärillä. Tärkeillä, liikennemäärältään suurilla ja tieosuuksilla, joilla on korkea nopeusrajoitus, alennetaan määriä herkemmin kuin vähämerkityksellisillä tieosuuksilla.

Vaurioitumisnopeuden ja urautumisen vaikutus määriin on määritetty taulukoiden avulla. Vaikutukset voidaan esittää myös kuvaajina kuvien 5 ja 6 mukaisesti.

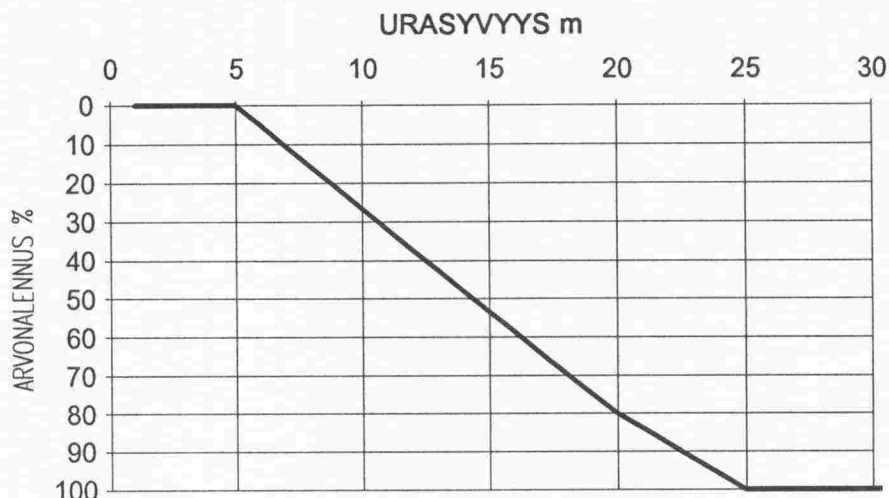
RAKENNUSOSA	YKS	Päällystetyyppi	
		Kevyt MK/YKS	Kesto MK/YKS
puusto ja kasv.	m2	3,12	3,12
maarakenteet	m2	4,32	4,32
maaleikkaus	m3	31,20	31,20
avo-ojat	m	28,80	28,80
kallioleikkaus	m3	240,00	240,00
penkereet	m3		
suodatinkerros	m2	54,00	54,00
eristyskerros	m2		
jakava kerros	m2	60,00	60,00
kantava kerros	m2	75,60	75,60
kulutuserros	m2	16,80	26,40
nurmiverhous	m2	2,76	2,76
istutukset	kpl		
perustukset	m2		
kuivatusrakenteet	m		
rummut	m	1560,00	1560,00
kaiteet	m	187,20	187,20
liikennemerkkit	kpl	1284,00	1284,00
ajoratam.	m	3,36	3,36
kestomerkinnot	m		
ulkovarusteet	kpl		
reunakivi	m2	288,00	288,00

Kuva 4. Tien arvon määrittämisessä käytetty kustannustiedosto.



Kuva 5. Vaurioitumisnopeuden määrien alentumistiedosto.





Kuva 6. Urautumisen määrien alentumistiedosto.

Vauriosumman vaikutus määrien alenemiseen on perusratkaisussa lineaarinen ja vaihtelualue perustuu mitattuihin vaurioihin. Perusratkaisussa vaihtelualue on 0 - 300 m<sup>2</sup>/100m (kaava 1).

$$K_{vsum} = \begin{cases} 1 - \frac{V_{sum}}{300}, & \text{kun } V_{sum} < 301 \\ 0, & \text{kun } V_{sum} > 300 \end{cases} \quad \text{Kaava (1)}$$

, jossa  $K_{vsum}$  = suhteelliset määrät vauriosumman suhteen  
 $V_{sum}$  = vauriosumma

Kelirikkorajoituksen määrittää tiemestari. Rajoitus voi olla 4, 8 tai 12 tonnia. Perusratkaisussa rajoituksen suuruutta ei eroteta vaan määrät ovat rajoitusalueella kelirikon osalta täysin kuluneet (kaava 2).

$$K_{kelir} = \begin{cases} 1, & \text{kun ei rajoitusta} \\ 0, & \text{kun on rajoitus} \end{cases} \quad \text{Kaava (2)}$$

, jossa  $K_{kelir}$  = suhteelliset määrät kelirikon suhteen

Kantavuussuhde on mitatun kantavuuden ja tavoitekantavuuden osamäärä. Määrät katsotaan kantavuuden suhteen täysin alentuneeksi kun kantavuus on alle 30 % tavoitteesta (kaava 3).

$$K_{kant} = \begin{cases} 1, & \text{kun } K_{suhde} > 1.0 \\ \frac{K_{suhde} - 0.3}{0.7}, & \text{kun } 0.3 < K_{suhde} < 1.0 \\ 0, & \text{kun } K_{suhde} < 0.3 \end{cases} \quad \text{Kaava (3)}$$

, jossa  $K_{kant}$  = suhteelliset määrät kantavuuden suhteen  
 $K_{suhde}$  = kevätkantavuuden ja tavoitekantavuuden suhde

Pituustasaisuuden vaikutus määrien alenemiseen on perusratkaisussa lineaarinen ja vaihtelualue perustuu mitattuihin vaurioihin. Alle 2.5:n pituustasaisuusarvo katsotaan riittäväksi. Perusratkaisussa vaihtelualue on 2.5 - 4.0 mm/m (kaava 4).

$$K_{ptas} = \begin{cases} 1, & \text{kun } IRI < 1.5 \\ \frac{IRI - 1.5}{2.5}, & \text{kun } 1.5 < IRI < 4.0 \\ 0, & \text{kun } IRI > 4.0 \end{cases} \quad \text{Kaava (4)}$$

, jossa  $K_{ptas}$  = suhteelliset määrät pituustasaisuuden suhteen  
 $IRI4$  = pituustasaisuuden mittaustulos (International Roughness Index)

### 3.2.3 Arvojen laskeminen

#### Ideaaliarvo

Määrä- ja kustannustiedostojen avulla lasketaan tien arvo ideaalitulassa nykyisen tiepituuden mukaisena. Ideaaliarvo perustuu nykyistä suunnittelu-käytäntöä ja tavoitteellisia mitoitusarvoja vastaavaan suunnitelmaan. (taulukot 1 ja 2)

Arvon määrittämiseksi on tiedettävä myös maastotyyppin ja massatalouden perusteella määritettävä pengerryksen toteutusratkaisu. Määrittäminen perustuu käyttäjän arvion alueen maastonmuodoista ja hänen tietotuntemustaan omaavaansa kokemukseen.

#### Jälleenhankinta-arvo

Jälleenhankinta-arvo on rakennetun, olevan suunnitteluratkaisun mukaisen tien arvo. Se kuvaa panostusta, joka tarvitaan olevan tieyhteyden uudelleenrakentamiseen olevan tien mitoitusarvoilla.

Olevan tien mitoitusarvot perustuvat kuntotietorekisterissä tai muissa järjestelmissä (esim. PMS) oleviin tietoihin. Jälleenhankinta-arvon määrittämisessä tarvittavia tietoja ovat tiejakson pituus, leveys, päällysteleveys sekä päällystetyyppi.

Arvon määrittämiseksi on lisäksi tiedettävä maastotyyppin ja massatalouden perusteella määritettävä pengerryksen toteutusratkaisu. Määrittäminen perustuu joko tietoon olevasta tiestä tai käyttäjän on arvioitava se kokemuksensa perusteella. Oletusarvona käytetään matalaa pengerryksratkaisua.

#### Kuntoarvo

Kuntoarvo on rakennetun, olevan tien ajankohtainen arvo, joka ottaa huomioon tien kunnon kuntomittaushetkellä tai laskentahetkelle ennustettuna. Kuntoarvo lasketaan jälleenhankinta-arvon perusteella vähentämällä tien arvoa nykyiseen huonontuneeseen kuntoon perustuen.

Vähentäminen perustuu rakennusosien määrien alentumiseen tien kunnontasoa vastaavasti.

Tien kuntoa määritettäessä, käsitellään erikseen tien päällysteen ja rungon kunto. Päällyste käsittää vain sidotun kulutuskerroksen. Tien runko sisältää kokonaisuudessaan seuraavat nimikkeet:

- maapenkereet,
- suodatin- sekä jakava kerros ja
- kantava kerros.

Lisäksi kaksi kolmasosaa nimikkeestä maaleikkaukset katsotaan liittyvän rungon rakennuskustannuksiin ja siten arvoon.

Tiestö jaetaan päällystelajin perusteella yleisesti kolmeen ryhmään: kesto- ja kevytpäällysteisiin sekä sorapintaisiin teihin. Kestopäällysteisistä teistä suurin osa on päällystetty tavanomaisella asfalttibetonilla. Kevytpäällysteistä yleisin on öljysora. TAM-menettelyssä päällysteen arvonmääritys perustuu siksi kestopäällystetyllä tiestöllä asfalttibetonin ja kevytpäällysteillä öljysoran kustannuksiin. Sorateiden kulutuskerrokselle ei ole tarkoituksenmukaista määrittää arvoa, sillä sen ylläpito on hoitotoimenpide, eikä sen kuntoa voida määritellä tierekisteritietojen perusteella.

Tien rungon ja päällysteen kunto kuvataan kuntomuuttujilla. Kuntoarvon määrittämisessä käytettäviä muuttujia ovat (kuvat 5 ja 6 sekä kaavat 1-4)

- vaurioitumisnopeus,
- vauriosumma,
- kelirikkorajoituksen suuruus,
- kevätkantavuus,
- pituustasaisuus (IRI4) ja
- urasyvyys.

Kuntotiedot saadaan tierekisteristä, kuntotietorekistereistä tai hallintajärjestelmistä kuten PMS. Parhaiten ajantasalla olevaa tietoa on piirien hanke-PMS -järjestelmissä, joiden tietokantoihin kuntotietoja päivitetään useammin kuin tierekisteriin ja yleisiin kuntotietorekistereihin.

Rakenneosa ja muuttuja	Kestop.	Kevytp.	soratie
<b>Päällyste</b>			
urat	20%		
pituustasaisuus	30%	50%	
vauriosumma	50%	50%	
<b>Runko</b>			
vaurioitumisnop	50%	50%	
vauriosummar	20%	20%	
kelirikko	20%	20%	50%
kantavuus	10%	10%	50%

Kuva 7. Kuntomuuttujien painot eri päällystetyypeillä.

Kuntomuuttujille on annettu painot (kuva 7), joilla kuvataan muuttujan merkitsevyyttä tien rungon tai päällysteen kuntoa arvioitaessa. Tien rungon ja päällysteen rakennusosien määriä alennetaan kuntomuuttujiin perustuen painojen mukaisissa suhteissa. Painot toimivat myös ohjausmuuttujina, joita muuttamalla saadaan huomio kiinnitettyä haluttuihin tiestön kuntopuutteisiin.

Kuntomuuttujat ovat erilaisia eri päällystetyypeillä. Tavoitekantavuudet vaihtelevat pääasiassa päällystetyypin mukaan, uramittauksia ei pidetä luotettavina kevytpäällysteiden kunnon indikaattoreina eikä vaurioitumistietoa ole toistaiseksi kerätty sorateiltä. Siksi kuntomuuttujien painojakauma on erilainen eri päällystetyypeillä (kuva 7).

Päällysteen ja tierungon suhteellinen määrien alenema lasketaan seuraavalla kaavalla

$$K = k_1 * K_{kelir} + k_2 * K_{vnop} + k_3 * K_{vsum} + k_4 * K_{kura} + k_5 * K_{ptas} \quad \text{Kaava (5)}$$

- , jossa
- $K$  = suhteelliset määrät (runkon tai päällysteen)
  - $k_1..k_6$  = yksittäisen kuntomuuttujan painoarvo
  - $K_{vnop}$  = suhteelliset määrät vaurionopeuden suhteen
  - $K_{vsum}$  = suhteelliset määrät vauriosumman suhteen
  - $K_{kelir}$  = suhteelliset määrät kelirikon suhteen
  - $K_{kant}$  = suhteelliset määrät kantavuuden suhteen
  - $K_{ptas}$  = suhteelliset määrät pituustasaisuuden suhteen

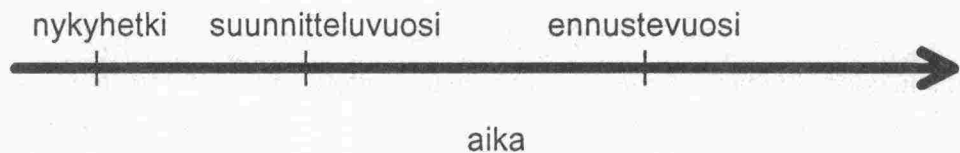
Runkon tai päällysteen kuntoarvo saadaan, kun sen suhteellinen määrien alenema kerrotaan jälleenhankinta-arvolla. Tien nykyarvo saadaan kaavan 6 mukaisesti, kun lasketaan yhteen rungon ja päällysteen nykyarvot sekä muiden rakennusosien jälleenhankinta-arvot.



$$A_{nyk} = A_j(\text{pää}) * K_p + A_j(\text{runko}) * K_r + A_j(\text{muut}) \quad \text{Kaava (6)}$$

, jossa	$A_{nyk}$	= rakennetun tien nykyarvo
	$A_j(\text{pää})$	= päällysteen jälleenhankinta-arvo
	$A_j(\text{runko})$	= tien rungon jälleenhankinta-arvo
	$A_j(\text{muut})$	= täydentävien rakennusosien jälleenhankinta-arvo
	$K_p$	= päällysteen suhteellinen kuntoarvo
	$K_r$	= tien rungon suhteellinen kuntoarvo

Nykyarvon suuruus on voimakkaasti riippuvainen kuntomuuttujien keskinäisestä painotuksesta.



Kuva 8. TAM-järjestelmän tarkasteluajankohtia.

Rekisterissä olevat tien peruskuntoa ilmaisevat tiedot muutetaan tarkasteluhetkeä vastaaviksi käyttämällä päällysteiden hallintajärjestelmän (PMS) mukaisia vanhentamismalleja. Tarkasteluhetkiä (kuva 8) ovat

- nykyhetki,
- suunnitteluvuosi ja
- ennustevuosi.

Kaikkien teiden kuntoa ei mitata vuosittain, siksi kuntotiedot päivitetään laskennallisesti nykytilaa vastaaviksi nykyarvon määrittämiseksi.

Suunnitteluvuosi on ajankohta, jonka tienpitotoimenpiteitä suunnitellaan. Suunnittelun pohjaksi tarvitaan tietoa tien arvosta ilman toimenpiteitä, jotta panostus voitaisiin kohdistaa oikein.

Ennustevuoden arvojen avulla havaitaan laadittujen ohjelmien vaikutus tiestön tilaan haluttuna tulevana tarkasteluvuotena. Ennustevuoden tilanteen selvittäminen edellyttää ohjelmien vaikutuksen huomioonottoa tiestön arvoa määritettäessä.

### 3.2.4 Puutteiden laskeminen

#### Absoluuttiset puutteet

Tiestölle määritettäviä tienkäyttäjän kokemia laatupuutteita ovat seuraavat

- kuntopuute,
- liikennöitävyyspuute,



- leveys- ja päällystepuute,
- geometriapuute (näkemäpuute),
- turvallisuuspuute,
- liittymistä aiheutuva turvallisuuspuute,
- kevyen liikenteen erottamistarpeesta aiheutuva turvallisuuspuute ja
- ympäristö- ja muut erillispuutteet.

Kuntopuute on tien nykyarvon ja jälleenhankinta-arvon välinen erotus (kaava 7).

$$P_{\text{kun}} = A_j - A_{\text{nyk}} \quad \text{Kaava (7)}$$

, jossa  $P_{\text{kun}}$  = kuntopuute  
 $A_j$  = rakennetun tien jälleenhankinta-arvo  
 $A_{\text{nyk}}$  = tien rungon jälleenhankinta-arvo

Linjaosuuksien leveys-, kunto- ja päällystepuutteet määritetään tien eri arvolajien perusteella. Liikennöitävyyspuutteista leveyspuute on ideaaliarvon ja jälleenhankinta-arvon välinen erotus, mikäli ideaalitien ja olevan tien päällystelaji on sama (kaava 8). Päällystepuute on ideaalitien ja olevan tien päällystelajien poikkeavuudesta johtuvan päällystyskustannuseron suuruinen.

$$P_{\text{lev}} = A_{\text{id}} - A_j - P_{\text{pääl}} \quad \text{Kaava (8)}$$

, jossa  $P_{\text{lev}}$  = leveyspuute  
 $A_j$  = rakennetun tien jälleenhankinta-arvo  
 $P_{\text{pääl}}$  = päällystepuute

Perusratkaisussa leveyspuutetta ei määritetä tieosille, joiden leveys on alle 5 metriä ja KVL alle 200, koska niille tehtäviä investointeja ei saada perusteltua liikennetaloudellisesti kannattaviksi.

Geometriapuutteiden korjauskustannuksen arvioimiseksi tarvitaan tietoa siitä, kuinka suuri osa tielinjasta pitää rakentaa ja linjata uudelleen, jotta näkemäpuute voidaan korjata. Tätä osuutta kutsutaan peruskorjausasteeksi ja se voi sisältää sekä tien linjausta uuteen sijaintiin että leikkauksien tai penkereiden rakentamista tien korkeusaseman muuttamiseksi ja näkemien lisäämiseksi.

Geometriapuute määritetään mitatun 300 metrin näkemien määrän, kaarteisuusluvun ja perusratkaisussa tie-2010 ohjelmassa esitettyjen tavoitteellisten näkemämäärien avulla (vrt. taulukko 2). Puutteen suuruuden määrittämisessä käytetään tunnuslukuna tien peruskorjausastetta (PKA), joka määritetään liitteen mukaista menettelyä käyttäen.

Jotta geometriapuutteen suuruus heijastaisi valittua strategiaa, on sen suuruus suhteutettava muihin puutteisiin.

$$P_g = c * A_j * PKA$$

Kaava (12)

, jossa	$P_g$	= geometriapuute
	$c$	= ohjausmuuttuja (alkuarvo=1)
	$PKA$	= peruskorjausaste
	$A_j$	= jälleenhankinta-arvo

Geometriapuutteen poistaminen korjaa myös tien kuntopuutteet uudelleen rakennettavalta osalta. Laskettaessa tiejakson tai tiestön kokonaispuutteita onkin geometriapuuttesta vähennettävä uudelleenlinjattavan osuuden kuntopuutteet eli

$$P_g = c * A_j * PKA - P_{kun}$$

Kaava (13)

, jossa	$P_g$	= geometriapuute
	$c$	= ohjausmuuttuja (alkuarvo=1)
	$PKA$	= peruskorjausaste
	$A_j$	= jälleenhankinta-arvo
	$P_{kun}$	= $A_j - A_{nyk}$ = kuntopuute

Geometriapuutteita ei määritetä mikäli mitattu näkemä on yli 80 % halutusta näkemämäärästä. Myös vähäliikenteiset alle 500 metrin pituiset tiejaksot katsotaan vastaavan käyttötarkoitustaan. Haittoja voidaan tällöin pienentää liikenteenohjaustoimenpiteillä tai osana taajamahanketta.

Turvallisuus- ja liikenteen sujuvuuspuute määritetään liittymille. Puute esitetään perusmuodossaan seuraavasti:

$$L_p = m * [KVL_a * (1 + s) * HEVA * OK * k + P_s * KVL] \quad \text{Kaava (14)}$$

, jossa	$L_p$	= liittymän turvallisuus- ja sujuvuuspuute
	$m$	= tieluokan mukainen kerroin (alkuarvo=1)
	$KVL_a$	= vuosiliikennemäärä = $365 * KVL$
	$s$	= sivutien liikennemäärän osuus pää- tien liikenteestä [%]
	$OK$	= onnettomuuskustannus [mk/HEVA]
	$HEVA$	= henkilövahinko-onnettomuuksien määrä/milj. ajoneuvoa
	$k$	= ohjausmuuttuja (alkuarvo 1)
	$KVL$	= vuorokauden keskiliikenne
	$P_s$	= sujuvuusohjausmuuttuja

Liittymäpuute kuvaa turvallisuuden osalta yhden vuoden aikana todennäköisesti aiheutuvia onnettomuuskustannuksia liittymässä. Sujuvuustermi on suorassa suhteessa liittymän pääsuunnassa ylittävään liikennemäärään ja sen suuruus on määritetty ohjausmuuttujilla.

Sivutien liikennemäärän suhteellinen osuus pääsuunnan tien liikenteestä, voidaan esittää kaavana seuraavasti:

$$s = \frac{KVL_1 + KVL_2}{KVL_{ps}} \quad \text{Kaava (15)}$$

, jossa  $s$  = sivutien liikennemäärän suhteellinen osuus pääsuunnan tien liikenteestä [%]

$KVL_1$  = vasemmalta liittyvän tien liikennemäärä

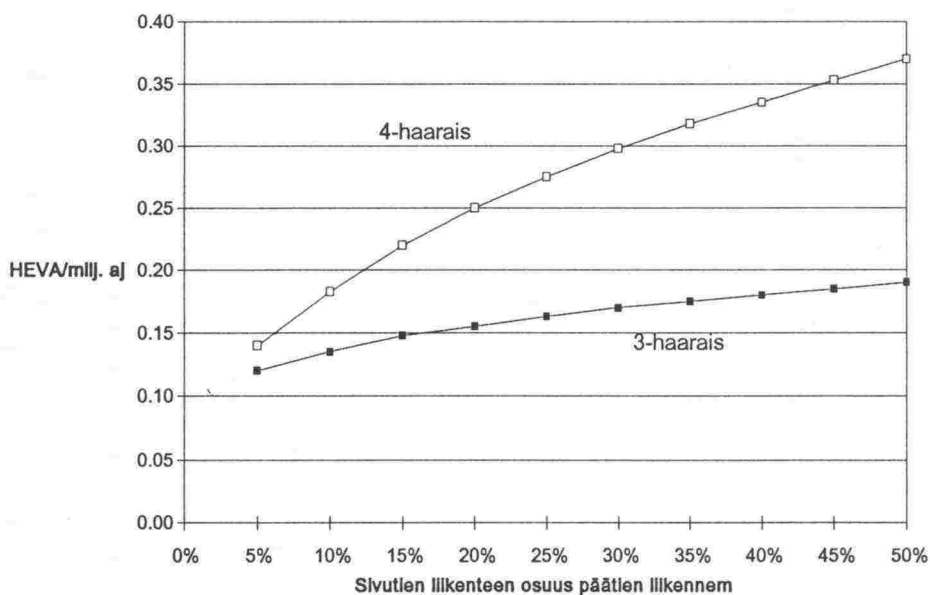
$KVL_2$  = oikealta liittyvän tien liikennemäärä

$KVL_{ps}$  = pääsuunnan liikennemäärä

Sivuteiden yhteenlasketun liikennemäärän tulee olla vähintään 3 % pääsuunnan liikennemäärästä, jotta onnettomuuksien määrä voidaan arvioida luotettavasti. Liikennemäärät perustuvat tierekisteritietoihin ja mahdollisesti liikenteen kasvuennusteisiin.

Onnettomuuskustannus perustuu tielaitoksen määrittämiin ja julkaisemiin tietoihin. Lähtöarvona käytetään vuoden 1989 tieliikenneonnettomuuskustannusta, joka oli 280 000 mk (TIEL 3302634).

Henkilövahinko-onnettomuuksien määrä perustuu VTT:n tutkimukseen Pääteiden tasoliittymien onnettomuusmallit (VTT/TGL tutkimusselostus 798). Mallit on laadittu erikseen kolmi- ja nelihaaraisille tasoliittymille (kuva 9).



Kuva 9. Kolmi- ja nelihaaraisien liittymien henkilövahinko-onnettomuusmalli.



Sujuvuusohjausmuuttujan avulla säädellään turvallisuus- ja sujuvuusosien välistä suhdetta. Perustapauksessa lähtöarvona käytetään 150 mk/ajoneuvo.

Kevyen liikenteen liikennemääriä tai kuntotietoja ei ole toistaiseksi kirjattu tierekisteriin tai muihin järjestelmiin. Tästä johtuen tien kevyen liikenteen järjestelyjen turvallisuuspuutteiden määrittäminen ei voi tällä hetkellä vielä perustua rekisteröityyn tietoon vaan esim. tiepiirin johdon antamiin ohjeisiin.

Muut puutteet linjaosuuksilla perustuvat tapauskohtaiseen harkintaan. Näitä muita puutteita, jotka kasvattavat tien arvopuutteita, ovat

- tievalaistus
- ohituskäistat
- taajamajärjestelyt
- ympäristöpuutteet
- muut puutteet

Näiden puutteiden määrittäminen, samoin kuin kevyen liikenteen väylien puutteiden arviointi, perustuu tiepiirin johdon antamiin ohjeisiin. Ohjeet voivat koskea yksittäisiä tiejaksoja tai olla yleisiä, koko tieverkkoa koskevia. Ne ovat osa piirin johdon tietuotannon ohjausta TAM-järjestelmän avulla.

### Suhteutetut puutteet

Suhteuttamalla liikennemäärällä painotetaan puutteen kokijoiden määrää ja otetaan huomioon tien merkitys (tieluokka). Tiejaksojen suhteutettuja puutteita verrataan toisiinsa yleensä pituusyksikköön (esim. km) suhteutettuina. Suhteutus voidaan tehdä erikseen yksittäisiin puutelajeihin tai kokonaispuutteeseen.

Linjaosuuksien suhteutetut puutteet lasketaan *kaavan 16* mukaisesti:

$$P_{\text{suht}} = \frac{P_{\text{abs}} * KVL}{KVL_p} \quad \text{Kaava (16)}$$

, jossa	$P_{\text{suht}}$	= suhteutettu puute
	$P_{\text{abs}}$	= absoluuttinen puute
	$KVL_p$	= liikennemääräohjausparametri
	$KVL$	= tieosan liikennemäärä

Liikennemäärämuuttuja on tieluokkakohtainen ohjausmuuttuja, jonka alkuarvoina käytetään tiepiirin tieluokittaisia painotettuja keskiarvoja. Tieluokituksista poiketen taajama-alueella sijaitsevat, liikennemäärältään huomattavasti muista samanluokkaisista teistä poikkeavat tieosat on määritetty taajamateiksi, joille on määritetty oma liikennemääräohjausmuuttujansa.

Alkuarvoina käytettävät liikennemäärämuuttujat (Oulun tiepiiri) ovat seuraavat:

valtatiet 3400

kantatiet	1000
maantiet	650
paikallistiet	250
taajamatiet	2500

Turvallisuuspuutteet liittymien kohdalla on suhteutettu yhden vuoden henkilövahinko-onnettomuuskustannuksina. Onnettomuusaste määritetään suhteessa liittymän ylittäviin ajoneuvoihin ja ottaa näin huomioon liikennemäärän vaikutuksen, joten liikennemääräsuhteutusta ei tarvita. Tieluokkien erotteliseksi voidaan käyttää tieluokkakohtaista kerrointa (vrt. kaava 9), jonka alkuarvona kaikissa tieluokissa on 1.

### 3.3 Arvojen ja puutteiden ajallinen muuttuminen

Tielaitoksen strateginen johtaminen tarvitsee tietoa tiestön arvojen kehitymisestä, joten arvotietojen kehitys on voitava ennakoida. Arvotiedot perustuvat tien kuntoon ja liikennemäärään.

Tien peruskunto ja liikennemäärät muuttuvat jatkuvasti. Peruskunto heikkenee liikenteen ja ympäristön aiheuttaman kulumisen vaikutuksesta ja voi parantua tielle kohdistettujen toimenpiteiden johdosta. Liikennemäärät, jotka määrittelevät tien mitoituksen, ovat riippuvaisia liikenteen tieyhteys-tarpeiden kehityksestä.

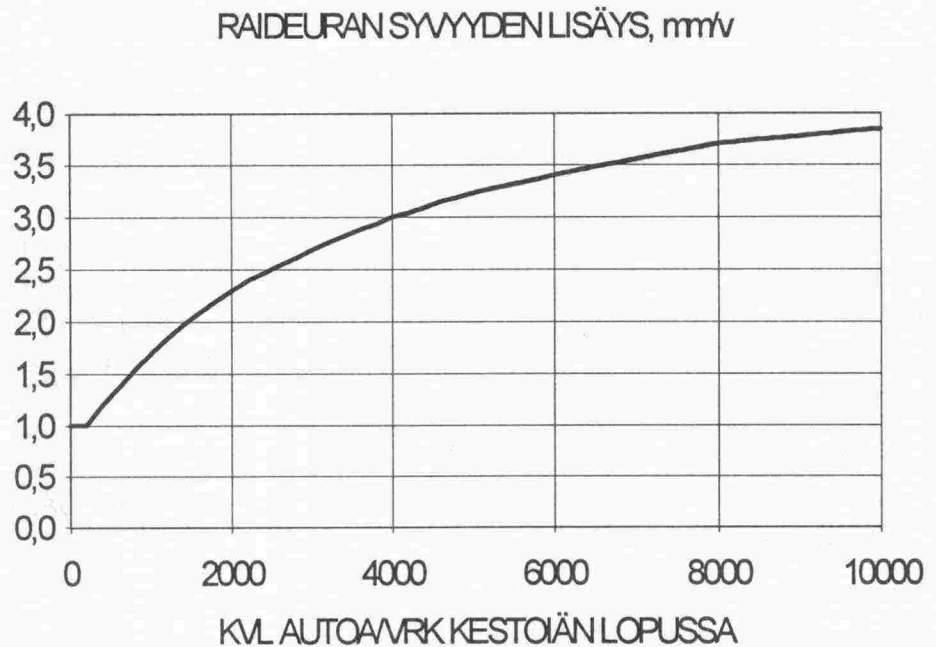
Arvojen ja puutteiden määrittämisessä käytettäviä kuntomuuttujia ovat vaurioitumisnopeus, vauriosumma, kelirikkorajoituksen suuruus, kevät-kantavuus, pituustasaisuus (IRI4) ja urasyvyys. Vaurioitumisnopeus määrittelee vaurioiden määrän eli vauriosumman kehityksen ajan suhteen. Vaurioitumisnopeus on määritetty tiekohtaisesti seuraamalla vaurioiden määrän kehittymistä tai mittaustietojen puuttuessa vaurioitumismalleilla (VTT tielaboratorio 827, Havaintotieaineistosta laskettuja vaurioitumismalleja, Espoo 1989). Urasyvyyden kehittämisestä on laadittu matemaattisia malleja (kuva 10, vrt. TVH 742853 Päälystesuunnittelu 1984). TAM-menettelyssä muiden kuntomuuttujien: kelirikon, pituustasaisuuden ja kantavuuden oletetaan pysyvän vakiona tiestöä vanhen-  
nettaessa.

Liikennemäärän kasvukertoimet määritetään tieluokittain. Kasvukertoimet vaihtelevat eri puolilla maata. Liikennemäärä ennustetaan kaavalla 17).

$$KVL_{enn} = (1+k)^n \times KVL_{mit} \quad \text{kaava (17)}$$

, jossa	$KVL_{enn}$	= ennustettu liikennemäärä
	$k$	= liikennemäärän vuotuinen kasvukerroin
	$n$	= ennustetun ja mitatun liikennemäärän välinen aika (v)
	$KVL_{mit}$	= mitattu liikennemäärä

Tapauskohtaisia tarkasteluja tarvitaan, mikäli tehdään muulla tiestöllä toimenpiteitä, jotka vaikuttavat tarkasteltavan tien liikenteeseen, kuten rakennetaan toisia samaa yhteyttä palvelevia tieyhteyksiä jne.



Kuva 10. Uraisuuden mallintaminen TVH 742853:n mukaan.



## 4 ARVOJEN HERKKYYS

### 4.1 Yksittäisten muuttujien herkkyyys

#### KVL-ohjausmuuttujan vaikutus

Liikennemääräohjausmuuttujan avulla painotetaan eri tiestön käytetyn luokittelun mukaisia osia halutulla tavalla (vrt. kaava 16). Näitä puutteita kutsutaan suhteutetuiksi puutteiksi.

Suhteutetut puutteet ovat kääntäen riippuvaisia liikennemääräohjausmuuttujan arvosta. Muuttujan lukuarvon kasvattaminen pienentää puutteita vastaavassa suhteessa, joten valitsemalla muuttujat sopivasti voidaan menettelyn avulla painottaa haluttua hallinnollisen luokittelun mukaista tiestön osaa tai taajamaita.

Kun herkkyyttä testattiin Oulun tiealueen tiestöllä havaittiin, että

- ohjausmuuttujan muuttaminen aiheutti hajontaa erityisesti pääteillä (valta- ja kantatiet) ja
- alempiluokkaisilla teillä hajonta oli tyypillisesti pienempää.

Paikallis- ja maanteiden suosiminen edellyttää siis voimakkaampaa ohjausmuuttujan muuttamista kuin valta- ja kantateillä. Haluttu ohjausominaisuus eli tietyn tiestön osan painotus on kuitenkin mahdollista tehdä.

#### Kuntomuuttujien keskinäisen painotuksen vaikutus

Kuntomuuttujien keskinäisiä painotuksia muuttamalla voidaan suunnata huomio määrättyihin tiestön kuntopuutteisiin. Muodostamalla sopivia painoarvoyhdistelmiä suositaan myös eri tyyppisiä tiestöön kohdistuvia toimenpiteitä kuten päällysrakennekerrosten lisäystä tai vaihtamista, rungon parantamista ja uudelleenpäällystämistä (kuva 11).

Tarkasteltaessa painotuksen muutoksen vaikutusta tiestöllä havaittiin seuraavaa:

- teillä, joilla oli puutteita erityisesti päällysteessä, saatiin huomattava sijoituksen parantuminen painotettaessa uudelleenpäällystystä
- teillä, joilla oli puutteita erityisesti rungossa, saatiin huomattava sijoituksen parantuminen painotettaessa rankkoja, runkoa parantavia toimenpiteitä
- teillä, joilla oli puutteita erityisesti päällysrakennekerroksissa, saatiin huomattava sijoituksen parantuminen painotettaessa rakennekerrosten lisäystä/vaihtamista

Uudelleenpäälystys				Rungon parannus			
Rakennusosa	Kestop.	Kevytp.	soratie	Rakennusosa	Kestop.	Kevytp.	soratie
Päälyste				Päälyste			
urat	60%			urat	10%		
pituustasaisuus	20%	20%		pituustasaisuus	60%	50%	
vauriosumma	20%	80%		vauriosumma	30%	50%	
Runko				Runko			
vaurioitumisnop.	10%	25%		vaurioitumisnop.	80%	70%	
vauriosummar	50%	25%		vauriosummar	0%	0%	
kelirikko	20%	25%	50%	kelirikko	20%	0%	50%
kantavuus	20%	25%	50%	kantavuus	0%	30%	50%
Rakennekerrokset				Normaalipainotus			
Rakennusosa	Kestop.	Kevytp.	soratie	Rakennusosa	Kestop.	Kevytp.	soratie
Päälyste				Päälyste			
urat	40%			urat	25%		
pituustasaisuus	40%	50%		pituustasaisuus	25%	40%	
vauriosumma	20%	50%		vauriosumma	50%	60%	
Runko				Runko			
vaurioitumisnop.	50%	20%		vaurioitumisnop.	30%	30%	
vauriosummar	0%	30%		vauriosummar	50%	50%	
kelirikko	0%	20%	50%	kelirikko	10%	10%	50%
kantavuus	50%	30%	50%	kantavuus	10%	10%	50%

Kuva 11. Kuntomuuttujien painojen arvot suosittaessa eri tyyppisiä toimenpiteitä.

### Yksikköhintojen painotuksen vaikutus

Kustannustiedosto on laadittu siten, että yhdessä määrätiedoston kanssa käytettynä saadaan arvoja, jotka vastaavat hankkeen toteutuneita kustannuksia. Monet tiedoston rakennusosat sisältävät runsaasti kuljetuskustannuksia, joten yksikkökustannukset ovat voimakkaasti riippuvia paikallisista tekijöistä. Näiden nimikkeiden kustannusten muutokset aiheuttavat eroja eri rakenneosien: päälysteen ja tien rungon välisiin arvosuhteisiin ja siten TAM-menettelyn toimintaan.

Testin yhteydessä runsaasti kuljetuksia sisältävien nimikkeiden yksikköhintoja vaihdeltiin (0.5-, 1- ja 2-kertaisiksi). Oulun tiealueen tiestöllä tarkasteltaessa havaittiin, että

- alhaisilla yksikköhinnoilla (0.5 kertaa) korostuivat tyyppillisesti liikennemäärään nähden kapeat päätieosuudet.
- korkeat yksikköhinnat (2 kertaa) suosivat huonokuntoista alempaa tieverkkoa, jolla ei ole leveyspuutetta.

### Kuntomuuttujien arvostuksen vaikutus

Kuntomuuttujien mittaustulosten perusteella tehdään tielle määrien alennus, jonka suuruus on riippuvainen siitä kuinka tärkeänä kutakin kuntoominaisuutta pidetään. Ominaisuuden tärkeyttä voidaan kuvata valitulla

arvoasteikolla eli määräenalennustiedoston kuvaamalla funktion muodolla. Asteikko voi olla löysä, normaali tai kireä.

Kun kuntomuuttujien arvostuksia vaihdeltiin yksi kerrallaan (löysä, normaali, kireä) ja tarkasteltiin Oulun tiealueen tiestöä havaittiin eri kuntomuuttujien suhteen seuraavaa:

- Kantavuuden arvostelun kiristäminen lisäsi kantavuudeltaan huonojen osuuksien puutteita suhteessa muihin tieosiin. Kiristäminen suosi alempaa tieverkkoa.
- Pituustasaisuuden arvostelun kiristäminen lisäsi epätasaisten osuuksien puutteita suhteessa muihin tieosiin. Kiristäminen suosi erityisesti alempaa tieverkkoa.
- Vaurioitumisnopeuden arvostelun kiristäminen lisäsi nopeasti vaurioituvien osuuksien puutteita suhteessa muihin tieosiin. Kiristäminen suosi erityisesti alempaa tieverkkoa.
- Vauriosumman arvostelun kiristäminen lisäsi vaurioituneiden osuuksien puutteita suhteessa muihin tieosiin. Kiristäminen suosi erityisesti alempaa tieverkkoa ja öljysorateitä.
- Urien arvostelun kiristäminen lisäsi urautuneiden osuuksien puutteita suhteessa muihin tieosiin. Kiristäminen suosii tyypillisesti vilkasliikenteisiä kestopäällysteteitä eli pääteitä.

Testin yhteydessä ominaisuuksien keskinäinen painotus oli normaali. Painotuksella on huomattava vaikutus testin tuloksiin. Kelirikon kriteerejä ei testattu.

### **Onnettomuuskustannuksen suuruuden vaikutus liittymäaineistolla**

Liittymien turvallisuuspuute on suoraan verrannollinen laskelmissa käytetyn onnettomuuskustannuksen ja liikennemäärän suuruuteen (kaava 14). Onnettomuuskustannuksen kasvaessa liittymät, joissa runsaasti liittyvää liikennettä ja siten onnettomuuksia, korostuvat.

Kasvattamalla onnettomuuskustannuksen arvoa voidaan kiinnittää huomiota liittymien turvallisuuteen suhteessa muihin puutteisiin.

### **Sujuvuustermien suuruuden vaikutus liittymäaineistolla**

Liittymien sujuvuuspuute on suoraan verrannollinen laskelmissa käytetyn sujuvuustermien ja liikennemäärän suuruuteen (kaava 14). Sujuvuustermien kasvaessa liittymät, joissa runsaasti liikennettä ja siten suurempi todennäköisyys sujuvuutta alentaviin häiriöihin, korostuvat.

Kasvattamalla sujuvuustermien arvoa voidaan kiinnittää huomiota liittymien sujuvuuteen suhteessa muihin puutteisiin.

Samalla korostetaan liittymäjärjestelyjen tekemisen tarvetta yhdessä turvallisuuspuutteen kanssa.



## 4.2 Lähtötiedot

### 4.2.1 Siirto TAM - menettelyyn

Tien arvojen määrittäminen edellyttää tietoja tien mitoitus- ja kunto-ominaisuuksista. Näitä tietoja on kerätty tietokonekistereihin jo pitkään ja tiedon luotettavuus sekä kuvaavuus on parantunut jatkuvasti. Tiedon määrä on myös kasvanut suuresti varsinkin kuntomittausmenetelmien kehittymisen ansiosta.

Tien mitoitus- ja kunto tiedot sijaitsevat tierekisterissä. TAM-menettelyn tarvitsemia mitoitus- ja kunto tietoja ovat tiejakson liikennemäärä-, päällyste-, pituus- ja leveys-, näkemä-, kaarteisuus- sekä mäkisyystiedot. Tietojen saatavuus on yleisesti hyvä koko maassa lukuunottamatta paikallisteitä, joiden näkemä-, kaarteisuus- ja mäkisyystiedot ovat ainakin tällä hetkellä (kesäkuu 1992) puutteellisia. Tierekisterissä tiedot esitetään tieosittain, jotka rajoittuvat tiestöllä sopiviin helposti havaittaviin pisteisiin, kuten liittymiin, siltoihin, jokiin jne.

Päällystetyn tieverkon kuntotietoja on kerätty erilaisiin kuntotietorekistereihin (esim. KURRE) ja päällysteiden hallintajärjestelmiin eli PMS-järjestelmiin. PMS88 tai PMS91 -järjestelmät ovat tällä hetkellä (kesäkuu 1992) käytössä kaikissa tiepiireissä ja niiden tarvitsemia kuntoa kuvaavia palvelutasomittauksia on myös tehty laajalti.

Sorateiltä on kuntotietoja vähän ja ne on koottu tierekisteriin. Ainoita kattavasti toistaiseksi saatavia tietoja ovat kantavuus- ja kelirikotiedot. Tiedot on esitetty, kuten mitoitus- ja kunto tiedot, tieosittain.

Palvelutasomittarit keräävät tietoa sadan metrin jaksoissa, mikä on liian lyhyt jakso käytännön tarkasteluja varten. Sadan metrin jaksoja on PMS-järjestelmissä mahdollista yhdistellä pidemmiksi homogeenisiksi jaksoiksi yhdistelysääntöjen puitteissa. Yhdistelysäännöt rajoittavat yhdistettävän tarkastelujakson minimi- ja maksimipituuden sekä tien eri ominaisuuksien mahdollisen vaihtelun tarkastelujakson sisällä.

PMS -järjestelmässä tarkastelujaksot määritetään päällystystöiden ohjelmointia varten sellaisiksi kokonaisuuksiksi, jotka ovat kunnoltaan homogeenisia ja siten potentiaalisia samanaikaisesti toteutettavia päällystyskohteita. TAM-menettelyssä tarkastellaan tiestöä tiepiirin johdon silmin, jolloin tarkasteltavien osuuksien tulee olla riittävän suuria kokonaisuuksien hahmottamisen helpottamiseksi. Tämän vuoksi menettelyssä on varattu mahdollisuus yhdistää toisiinsa PMS-järjestelmän tai kuntotietorekisterin mukaisia tiejaksoja. Yhdistelytoiminta ei ole automaattinen vaan se on tehtävä harkiten.

TAM-menettely tarvitsee eri pituisiin kokonaisuuksiin jaettuja tiestön lähtötietoja eli versioita, joiden avulla voidaan tarkastella tiestöä eri karkeustasoilla. Edellämainitun johdon tarvitsemien pitkäkköjen (pituus tyypillisesti 10 - 50 km) jaksojen lisäksi tarvitaan toimenpiteiden kohdentamista varten tarkemmalla jaolla (pituus tyypillisesti 1 - 10 km) esitettyjä tiestötietoja.

Katkaisevina tekijöinä ovat tällöin tien kunnon muuttumisen lisäksi liikennemäärän muutoskohdat, mikäli liikennemäärä muuttuu yli ideaalitien määrittäisperusteissa esitettyjen rajojen (vrt. taulukot 1 ja 2). Eri teitä ei tule kuitenkaan yhdistää toisiinsa.

Eri karkeustasoilla esitettyjen tiestön arvotietojen tulee perustua samoihin lähtötietoihin ja ohjausmuuttujien arvoihin. Karkeamman tason, pidempien jaksojen tietojen tulee vastata tarkempien eli lyhyempien jaksojen tietoja.

#### 4.2.2 Puutteellisuuksien vaikutus tuloksiin

Lähtötiedot siirretään TAM-järjestelmään tierekisteristä (mitoitustiedot ja sorateiden kuntotiedot), PMS-järjestelmästä (päälystettyjen teiden kuntotiedot) tai kuntotietorekistereistä (kuntotiedot).

Mitoitustietojen saatavuus on yleisesti hyvä koko maassa lukuunottamatta paikallisteitä, joiden näkemä-, kaarteisuus- ja mäkisyystiedot ovat ainakin tällä hetkellä (kesäkuu 1992) puutteellisia.

Sorateiltä on kuntotietoja kerätty toistaiseksi vähän ja ne on koottu tierekisteriin. Ainoita kattavasti toistaiseksi saatavia tietoja ovat kantavuus- ja kelirikkotiedot. Tiedot on esitetty, kuten mitoitustiedot, tieosittain.

Tien pinnantasaisuutta ja uria mitataan palvelutasomittarilla. Päälystetty tieverkko käydään läpi vuosittain, joten ajankohtaista tietoa tasaisuudesta ja urista on.

Tien pinnan vaurioita mittaavia vaurioinventointimittauksia on tehty. Mittausten kattavuus vaihtelee eri piireissä mutta kaikissa piireissä suurin osa päälystetystä tieverkosta on jo mitattu.

Lähtötiedot voivat olla puutteellisia ja aiheuttaa virheitä TAM-järjestelmän tunnuslukuihin, koska ne ovat

- virheellisiä,
- vanhoja tai
- puuttuvat kokonaan.

Lisäksi eri järjestelmien sisältämissä tiedoissa saattaa olla eroja. Tierekisterin mukaan sama tiejakso saattaa olla sorapintainen ja PMS-järjestelmän mukaan päälystetty.

Lähtötietojen puutteellisuudet muuttavat tunnuslukuja. Mittaamaton ominaisuus oletetaan laatuodotukset täyttäväksi, joten tiedon puuttuminen saa huonokuntoisenkin tien näyttämään hyvältä. Lisäksi virheelliset tiedot voivat aiheuttaa arvaamattomia puutearvoja, minkä vuoksi kaikki yllättäviltä tuntuvat puutetiedot tulee tarkastaa lähtötietojen avulla.

Strategiat painottavat tien eri laatuominaisuuksia ja siten muuttavat kuvaa tiestöstä tavalla, joka saattaa näyttää oudolta ja jopa väärältä. Strategian merkityksen sisäistäminen käyttäjille yhtenevällä tavalla on siksi välttämätöntä ennenkuin strategiaa aletaan soveltaa tienpidon suunnitteluun.



## 5 YHTEENVETO

TAM-menettely mittaa tien arvoja ja arvopuutteita. Arvot ja arvopuutteet muodostavat tunnusluvuston, jota voidaan käyttää seuraaviin tehtäviin:

- strategiseen johtamiseen,
- tavoitteiden asettamiseen ja
- tulosten mittaukseen.

Strategisen johtamisen tehtävänä on sovittaa organisaatio ympäristöönsä siten, että hallitaan yllätykset ja varmistetaan jatkuva menestys. Tämä edellyttää vaihtoehtoisten eri päämääriä palvelevien strategioiden kehittämistä ja sen selvittämistä, kuinka strategiavaihtoehdot vaikuttavat organisaation tilaan. TAM-menettely kuvaa tiestön laadun käyttäjän näkökulmasta haluttuna tarkasteluhetkenä ja mahdollistaa eri strategia-vaihtoehtojen vaikutusten selvittämisen.

Tavoitteet asetetaan strategian mukaan. Tunnusluvut valitaan siten, että ne kuvaavat strategian mukaista toimintaa. TAM-menettely soveltuu tiepiirin tai sen alueyksikön tienpidon tavoitteiden asettamiseen.

Tien arvon laskemiseksi tarvitaan tietoa tiestä ja liikenteestä sekä arvojen määrittämisperusteista. Tiestä on tunnettava mitoitus ja nykyinen kunto sekä kunnan muuttuminen. Tien arvon määrittämisen perustana ovat tien rakennusosien määriä ja määrien valmistuskustannuksia kuvaavat tiedostot sekä määrien alenemistiedostot. Rakennusosien määrätiedosto määrittää tien arvon tarkkuuden kuvata tiestöön kohdistuvien toimenpiteiden vaikutuksia. Kustannustiedosto vaikuttaa siihen, millä tasolla arvot ovat. Jotta tien arvo vastaisi nykyisiä rakennuskustannuksia ja olisi kuvaus-kyvyltään riittävä tiedostot on laadittu laskennallisempiiraisesti eli tiedostot on testattu toteutumatietojen avulla. Määrien alentumistiedostojen avulla kuvataan kuntopuutteiden oletettu rakennusosien määriä alentava vaikutus. Tiedostot on laadittu arvoanalyysiin perustuvan synteessin avulla ja viritetty haluttujen ohjausominaisuuksien aikaansaamiseksi. Tiedostot sisältävät TAM-menettelyn tietokonesovellukseen.

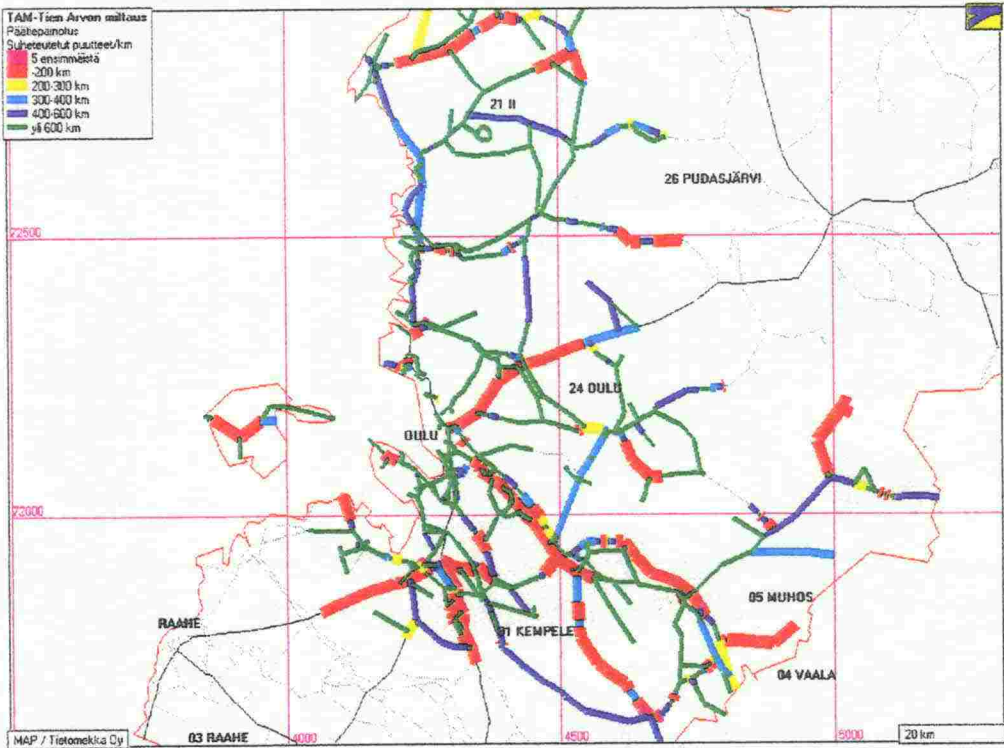
Oulun tiepiirissä on laadittu TAM-menettelyn tietokonesovellus, jota voidaan käyttää apuna strategiavaihtoehtojen vaikutusten selvittämisessä. Lisäksi ohjelman avulla on mahdollista asettaa tavoitteita tiestön arvolle ja arvopuutteille sekä seurata strategian mukaisiin tuloksiin pääsyä. Tulokset on mahdollista esittää joko luetteloina (*kuva 12*), karttakuvina (*kuva 13*) tai graafisesti (*kuva 14*).

Menettelyn testauksen yhteydessä on tullut ilmi kehittämistarpeita kuten määrätiedoston kehittäminen perusparannusasteen määrittämisen tarpeita varten siten, että erilaisia suunnitelmaratkaisuja voidaan kuvata paremmin.

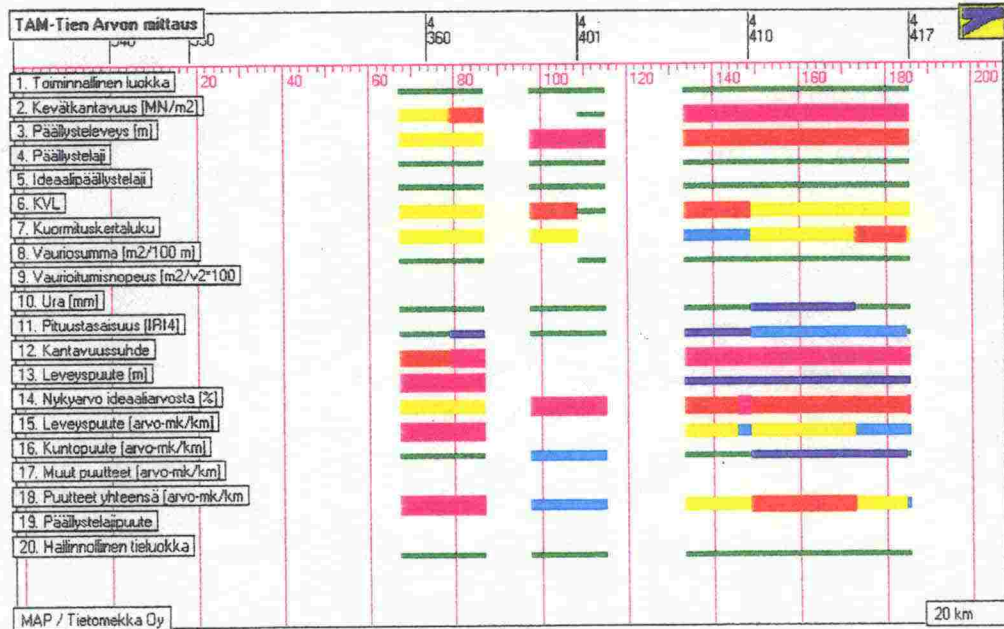


Tie	Aos a	Aet	Los a	Let	Ajo: rat a	Pituus	Leveyspu te*tod kvl/km/k skim kvl	Kuntopuu e*tod kvl/km/ke kim kvl	Geometr apuute*t d kvl/km/k skim kvl	Puute yht*tod kvl/km/kes im kvl	Taajamatie
18756	1	3142	1	5077		1935	237 642	1 181 772		1419414	
18646	2		2	650		650		960 154		960154	
18688	1	2500	1	4067		1567	266 159	951 076		1217235	
813	11	5181	12	1098		2249		921 304		921 304	
18637	1	6600	2	1800		4230	617 479	904 878		1 522 357	
18727	1	1300	1	2500		1200		893 170		893 170	
18722	1		1	1222		1222		831 527		831 527	
18688	1	1300	1	2500		1200	266 159	788 724		1 054 883	
18690	1	3015	1	4334		1319		685 952		685 952	
18634	1	1300	1	2500		1200		684 099		684 099	
18634	1		1	1300		1300		669 166		669 166	
18634	1	2500	1	7309		4809		663 256		663 256	
18681	1	4100	1	5562		1462		661 273		661 273	
8481	1		1	939		939	221 295	650 412	1 064 987	1 936 695	
18676	1	1800	1	2500		700		637 384		637 384	
830	5	2800	5	4600		1800		629 377		629 377	
830	1		1	1300		1300		627 846		627 846	t
18757	1	3300	1	4300		1000		620 489		620 489	
830	5	5100	5	6600		1500		620 389		620 389	
18681	1	2500	1	3600		1100		615 494		615 494	
830	5	6600	5	7203		603		608 259		608 259	
18637	2	5600	2	6100		500		588 847		588 847	
851	1	2500	1	3394		894		579 389		579 389	
18654	1		1	1300		1300		555 640		555 640	
18690	1		1	1300		1300		555 480		555 480	
830	4	2400	5	500		2776		555 013		555 013	
8154	1	1300	1	2094		794	230 829	550 104		780 933	
18642	1		1	1300		1300		545 603		545 603	
18757	3	2700	3	3600		900		545 500		545 500	
18637	2	6100	2	7700		1600		538 309		538 309	
18700	1	1300	1	2500		1200		537 901		537 901	
18757	1	1300	1	2500		1200		533 762		533 762	
18637	2	1800	2	5600		3800		532 120		532 120	
18681	1	1300	1	2500		1200		525 726		525 726	
830	5	500	5	2800		2300	113 174	517 978		631 153	
18642	1	1300	1	2500		1200		512 949		512 949	
827	4	200	4	3964		3764		490 448		490 448	

Kuva 12 Luettelo suhteutetun kuntopuutteen mukaan järjestetyistä tiejaksoista.



Kuva 13 Valitun strategian mukaiset yhdistetyt leveys-, kunto ja geometriapuutteet.



Kuva 14 Eri TAM-järjestelmän puutelajien esittäminen graafisesti.



## TIEN PERUSKORJAUSASTE

Tien arvon mittausten kehittämisen yhteydessä mallinnettiin tilastollisesti tien peruskorjausaste. Peruskorjausaste kuvaa kuinka paljon korvataan rakennusosia tietä peruskorjattaessa. Mallinnuksen ovat tehneet diplomi-insinöörit Ilpo Virtanen ja Lauri Merikallio.

Peruskorjausaste mallinnettiin tierekisterissä olevien tietojen perusteella tilastollisesti käyttäen 16 tieosan tietoja. Tieosat ovat eri puolilta maata ja edustavat tavanomaisia perusparannushankkeita. Hankkeista on käytettävissä tierekisteritiedot ennen perusparannuustöitä ja välittömästi töiden päätyttyä. Hankkeista mitattiin tieosakohtaisesti leikkaus- ja pengerryssmassat ja massat eriteltiin sen mukaan poikkeako tie vanhan tien linjauksesta vai parannetaanko tie vanhan linjauksen päällä.

Talonrakennusalalla on kehitetty peruskorjausaste, joka kuvaa kuinka paljon rakennuksen vanhoja rakennusosia pitää korvata korjausrakennustyössä.

Tutkimuksen tavoitteena oli löytää tien parantamistöistä vastaava peruskorjausaste. Mallintamisessa oli tavoitteena käyttää tierekisteritietoja. Peruskorjausaste rajattiin koskemaan vain alusrakenteen leikattavia ja pengerrettäviä maa- ja kalliomassoja. Päälyys- ja pintarakenteet sekä varusteet jätettiin ottamatta huomioon, koska niiden määrät eivät ole riippuvaisia tierekisteritiedoista.

Tutkimuksessa käytettiin 16 tienosan tietoja eri puolelta maata. Aineisto edustaa luokitukseltaan seudullisia teitä ja ovat tavanomaisia perusparannushankkeita. Tienosista kerättiin tiedot ennen parantamistöiden alkua ja parantamisen jälkeen. Kerätyt tiedot ovat

- mäkisyys,
- kaarteisuus,
- 150 m näkemä,
- 300 m näkemä ja
- 460 m näkemä.

Hankkeiden rakennussuunnitelmista mitattiin tieosakohtaisesti leikkaus- ja pengermassat. Lisäksi leikkaus- ja pengermassat ryhmiteltiin vanhan tien linjauksen päällä tai sivussa tapahtuviin.

Tutkimus perustui tilastolliseen menetelmään. Saatu malli on testattu korvaamalla mitatut määrätiedot standardimäärillä.

Tierekisteritiedoista on mallinnettavissa tien peruskorjausaste. Mallinnettu peruskorjausaste kuvaa kuinka paljon parannettavan tien alusrakennemassoja liikkuu verrattuna kokonaan uuden tien rakentamiseen samoissa olosuhteissa.

Peruskorjausasteella ymmärretään kuinka paljon tien alusrakenteen rakennusosia on uusittava peruskorjauksessa. Peruskorjausastetta voidaan käyttää kustannuslaskennassa ja suunnittelun ohjauksessa.



Peruskorjausaste määritellään päälläoloprosentin ja massasuhteen avulla. Päälläoloprosentilla tarkoitetaan vanhan tien linjalle rakennettavaa osuutta. Massasuhteella ymmärretään vanhan tien linjauksella siirrettäviä leikkaus- ja pengermassojen suhdetta uudella linjauksella siirrettäviin massoihin. Mallin antama peruskorjausaste on seuraava:

$$\text{peruskorjausaste} = (100 - \text{päälläolo-\%}) + \text{päälläolo-\%} * \text{massasuhde}$$

Massasuhde mallintuu tierekisteritiedon 300 m näkemän avulla. Mallin selitysaste 66 %. Mallin antama massasuhde on seuraava:

$$\text{massasuhde} = 0.447 + 0.008 * 300 \text{ m-näkemä}$$

Massasuhteen on oltava alle yksi, jotta malli toimii. Tällöin tierekisteritiedon 300 m-näkemän on oltava alle 55 %. Jos hankkeen tierekisteritiedon 300 m-näkemä on suurempi kuin 55 %, on hanke perusteltu muilla syillä kuin geometrisella puutteella, esim. tien rakenteen parantamisella.

Päälläoloprosentti mallintuu kaarteisuuden suhteellisen muutoksen avulla. Mallin selitysaste on 68 %. Mallin antama päälläoloprosentti on seuraava:

$$\text{päälläolo-\%} = 100.344 + 0.860 * \text{kaarteisuuden suhteellinen muutos}$$

Kaarteisuuden suhteellinen muutos määritellään tierekisteritiedon kaarteisuuden ja uuden tien mallinnetun kaarteisuuden avulla. Kaarteisuuden suhteellinen muutos lasketaan seuraavasti:

$$\text{kaart. suht. muutos} = (\text{mallinnettu kaart.} - \text{kaarteisuus}) / \text{kaarteisuus} * 100$$

Uuden tien kaarteisuus mallinnetaan mäkisyyden ja 300 m näkemän avulla. Mallin selitysaste on 71 %. Mallin antama uusi kaarteisuus on seuraava:

$$\text{uusi kaarteisuus} = 92.273 - 0.618 * \text{mäkisyyys} - 0.972 * 300 \text{ m-näkemä}$$

Näin laskettu peruskorjausaste on nykyisen suunnittelukäytännön mukainen. Peruskorjausaste voidaan laskea myös määräämällä uuden tien haluttu 300 m näkemä. Tällöin uuden tien kaarteisuus mallinnetaan halutun 300 m näkemän avulla ja peruskorjausaste lasketaan muuten edellä kuvatulla tavalla. Mallin selitysaste on 71 %. Mallin antama uusi kaarteisuus on seuraava:

uusi kaarteisuus =  $113.280 - 0.883 * \text{haluttu } 300 \text{ m-näkämä}$

Peruskorjausaste on laskettavissa suoraan tierekisteritiedon 300 m-näkämästä (N300v) , kaarteisuudesta (Kv) ja halutusta 300 m-näkämästä (N300h) kaavalla:

$$PKA = 44,5 + 0,8 * N300v + (113,3 - 0,9 * N300h - Kv) / Kv * (0,7 * N300v - 47,6)$$

Suunnittelun ohjausta varten on mallinnettavissa myös uuden tien mäkisyys. Mallin selitysaste on 64 %. Mallin antama uusi mäkisyys on seuraava:

uusi mäkisyys =  $24.060 - 0.195 * \text{haluttu } 300 \text{ m-näkämä}$

## TIELAITOKSEN TUTKIMUKSIA

- 1/1991 Keli- ja sääolosuhteiden vaikutus yleisten teiden onnettomuuksiin. TIEL 3100001
- 1/1992 Suomen matkailutiet. TIEL3100002
- 2/1992 Pääteiden tasoliittymissä tehtyjen toimenpiteiden vaikutukset onnettomuuksiin. TIEL 3100003
- 3/1992 Viipurin batoliitin eri rapakivityyppien soveltuvuus tienpääallystekiviaineeksi. TIEL 3100004
- 4/1992 Tiepenkereen holvautuminen; loppuraportti. TIEL 3100005
- 5/1992 TAM - Tien Arvon Mittaus. TIEL 3100008
- 6/1992 Tien arvon käyttö strategisessa johtamisessa. TIEL 3100009
- 1/1993 Liikenneympäristön kokeminen; Kvalitatiivinen analyysi Klaukkalan, Kuhmon ja Rantasalmen muuttumisesta. TIEL 3100006
- 2/1993 Organisaation luovuus ja sen mittaaminen (Measuring Organizational Creativity). TIEL 3100007